Postverlagsort Leipzig

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

UNTER MITWIRKUNG VON

A. BUTENANDT, BERLIN-DAHLEM · P. DEBYE, BERLIN-DAHLEM · F. K. DRESCHER-KADEN, GÖTTINGEN · H. v. FICKER, WIEN · R. GRAMMEL, STUTTGART
O. HAHN, BERLIN-DAHLEM · M. HARTMANN, BERLIN-DAHLEM · F. KÖGL, UTRECHT · A. KÜHN, BERLIN-DAHLEM · M. v. LAUE, BERLIN · E. v. d. PAHLEN, POTSDAM
F. SAUERBRUCH, BERLIN · H. STILLE, BERLIN · F. v. WETTSTEIN, BERLIN-DAHLEM

HERAUSGEGEBEN VON

FRITZ SÜFFERT

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE
UND
ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

SPRINGER-VERLAG IN BERLIN W 9

HEFT 45/46 (SEITE 673—696) · 7. NOVEMBER 1941 · 29. JAHRGANG

INHALT:

Physiologische Probleme der Entwicklung und Formbildung des Seeigelkeimes. Von PER ERIC LINDAHL. (Mit 7 Figuren) 673

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN:

Das Spektrum des Ro-Sternes H.D. 182040. Von K. WURM. (Mit 1 Figur) 686

Experimentell erzeugte Polyploidreihen bei der Hefe. Von R. BAUCH. (Mit 3 Figuren) . . 687

Über den Grundvorgang des Polierens von Gläsern. Von WERNER KLEMM und ADOLF SMEKAL. (Mit 4 Figuren) 688

Eine neue Strahlung im Nordlicht des 18./19. September 1941. Von F. W. PAUL GÖTZ. (Mit 1 Figur) 690

Variationen der Fluoridhemmung der Hefeatmung und -gärung. Von JOHN RUNNSTRÖM. 690

Über die Aktivierung der d-Leucyl-glycin-spaltenden Peptidase. Von ERNST MASCHMANN 691

BESPRECHUNGEN:

KOLLMANN, F., Die Esche und ihr Holz. (Schriftenreihe Eigenschaften und Verwertung der deutschen Nutzhölzer. 1. Band.) (Ref.: Frey-Wyssling) 692

MACHATSCHEK, FRITZ, Das Relief der Erde. Versuch einer regionalen Morphologie der Erdoberfläche. II. Band (Schlußband). (Ref.: Carl Troll) 692

Karl von Goebel. Ein deutsches Forscherleben in Briefen aus sechs Jahrzehnten (1870—1932). Herausgegeben von Ernst Bergdolt. (Ref.: O. Renner) 693

ASTRONOMISCHE MITTEILUNG: Moleküle im interstellaren Raum. (Ref.: K. Wurm). (Mit 3 Figuren) 694

Erich von Tschermak-Seysenegg zum 70. Geburtstage. Von HANS STUBBE 696

Soeben erschien:

Physik

Ein Lehrbuch

Von Dr. **Wilhelm H. Westphal**

b. a. o. Professor der Physik an der Technischen Hochschule Berlin

Siebente und achte Auflage

Mit 634 Abbildungen. XI, 679 Seiten. 1941. Ganzleinen RM 19.80

Inhaltsübersicht:

Einleitung. — **I. Mechanik der Massenpunkte und der starren Körper:** Bewegungslehre. Die Lehre von den Kräften. Die allgemeine Gravitation. — **II. Mechanik der nichtstarren Körper:** Die Materie. Die Elastizität der festen Stoffe. Mechanik ruhender Flüssigkeiten, ruhender Gase, bewegter Flüssigkeiten und Gase. Schwingungen und Wellen. Schall. — **III. Wärmelehre:** Das Wesen der Wärme. Zustandsgleichungen, Wärmeenergie. Änderungen des Aggregatzustandes. Lösungen. Die drei Hauptsätze der Wärmelehre. Wärme und Arbeit. — **IV. Elektrostatik.** — **V. Elektrische Ströme:** Elektrische Ströme in festen Leitern, in flüssigen Leitern, in Gasen. — **VI. Magnetismus und Elektrodynamik:** Magnetische Felder im stoffleeren Raum. Die magnetischen Eigenschaften der Stoffe. Elektromagnetische Induktion. Elektromagnetische Geräte. Wechselstrom. Elektrische Maschinen. Elektrische Schwingungen und Wellen. — **VII. Optik und allgemeine Strahlungslehre:** Das Wesen des Lichtes. Lichtmessung. Geometrische Optik. Wellenoptik. Das elektromagnetische Spektrum. Temperaturstrahlung und Lumineszenz. — **VIII. Relativitätstheorie.** — **IX. Quantentheorie. Atome und Moleküle. Kristalle:** Quantentheorie des Lichtes. Quantentheorie der Atome und Moleküle. Quantenmechanik. Atomkerne. Kernumwandlungen. Ultrastrahlung. Kristalle. — **X. Einiges aus der Physik des Weltalls.** — Schlußwort. — Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG · BERLIN

Naturwiss.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen wöchentlich und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung oder jede Postanstalt bezogen werden. Preis vierteljährlich RM 9.60. Hierzu treten bei direkter Zustellung unter Kreuzband die Versandspesen bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelpreis dieses Heftes RM 1.— zuzüglich Porto. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, Studierende, ferner Ärzte in nicht vollbezahlter Stellung erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%.

Manuskripte, Bücher usw. an Die Naturwissenschaften, Berlin W 9, Linkstr. 22/24, erbeten.

Nachdruck: Der Verlag behält sich das ausschließliche Recht der Vervielfältigung und Verbreitung (entsprechend § 42 des Verlagsgesetzes) der in dieser Zeitschrift zum Abdruck gelangenden Beiträge sowie ihre Verwendung für fremdsprachliche Ausgaben vor.

Anzeigen werden von dem Verlag angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe erfragen. Letzter Annahme-Termin: 12 Tage vor Erscheinen der betreffenden Nummer.

Springer-Verlag OHG., Berlin W 9, Linkstr. 22/24
Fernsprecher: 21 81 11.

BEZUGSQUELLEN

ANALYSENWAAGEN
Sartorius-Werke, Aktiengesellschaft, Göttingen

GLASSPIEGEL
J. D. Möller G. m. b. H., Wedel/Holstein

MIKROTOME
Sartorius-Werke, Aktiengesellschaft, Göttingen

PRÄZISIONSWAAGEN
Sartorius-Werke, Aktiengesellschaft, Göttingen

Ergebnisse der Biologie

Herausgegeben von **K. v. Frisch,** München · **O. Koehler,** Königsberg i. Pr.
W. Ruhland, Leipzig · **H. Stubbe,** Berlin-Dahlem
Redigiert von **W. Ruhland,** Leipzig

Zuletzt erschien: **Achtzehnter Band**

Mit 113 Abbildungen. III, 380 Seiten. 1941. RM 45.—; Ganzleinen RM 47.60

Inhaltsverzeichnis:

Das Wachstum des Zellkerns in tierischen und pflanzlichen Geweben. Von Professor Dr. Lothar Geitler, Wien.
Phänogenetik der Kaninchenfärbung. Von Dr. Rolf Danneel, derzeit Berlin-Dahlem.
Über den Kreislauf bei den Weichtieren. Von Professor Dr. Emil v. Skramlik, Jena.
Zur Sexualität der niederen Organismen. I. Flagellaten und Algen. Von Dr. Franz Moewus, Heidelberg.
Namen- und Sachverzeichnis. — Inhalt der Bände I—XVIII.

Jeder Abschnitt enthält ein Literaturverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG · BERLIN

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

29. Jahrgang | 7. November 1941 | Heft 45/46

Physiologische Probleme der Entwicklung und Formbildung des Seeigelkeimes.

Von Per Eric Lindahl, Stockholm.

Einleitung.

Die Formbildungsphysiologie ist einer der jüngsten Zweige der Biologie. Sie hat zum Ziel eine Analyse der physiologischen Vorgänge, die die Formbildung in der Ontogenese und der Regeneration bedingen, und steht, soweit sie sich mit der Formbildung in der Ontogenese befaßt, in engster Beziehung zu der Entwicklungsmechanik und zu der allgemeinen Entwicklungsphysiologie. Erstere stellt ihr zum großen Teil die Probleme wie auch manche technischen Mittel zu deren Lösung. Da die Physiologie der Formbildungsvorgänge sich mit speziellen Problemen der allgemeinen Entwicklungsphysiologie befaßt, die nicht außerhalb ihres weiteren Zusammenhanges betrachtet werden können, müssen die Formbildungsphysiologie und die allgemeine Physiologie der Entwicklung meistens parallel dargestellt werden.

Wie das Amphibienei und das Seeigelei im Zentrum der entwicklungsmechanischen Forschung gestanden haben, spielen diese beiden Objekte auch für die Fortschritte der Formbildungsphysiologie eine hervorragende Rolle. Das Seeigelei hat als Versuchsobjekt viele Vorteile vor dem Amphibienei, wenn auch einige Nachteile. Vorteilhaft ist die Durchsichtigkeit, die die Beobachtung aller morphologischen Einzelheiten der verschiedenen Entwicklungsstadien ohne Fixieren und Schneiden erlaubt, weiter die relativ große Armut an Dotter, wodurch die durch den Stoffwechsel entstandene Veränderung des Keimmaterials verhältnismäßig viel größer ist. Nachteilig ist die Kleinheit des Seeigeleies, welche Isolierungen und Transplantationen von Keimteilen unter einer gewissen Größe unmöglich macht und Stoffwechselmessungen an kleineren isolierten Keimteilen eine Grenze setzt. Zwar zeigen die Seeigel- und die Amphibienentwicklung gewisse allgemeine Züge, die auf gemeinsame formbildungsphysiologische Probleme zurückgehen; sie unterscheiden sich jedoch in anderen wesentlichen Punkten, so daß die an dem Amphibienkeim gewonnenen Ergebnisse kaum zur Aufklärung entsprechender Fragen in der Seeigelentwicklung herangezogen werden können und umgekehrt.

Die Gefälletheorie und ihre weitere Ausformung.

Die Worte des englischen Forschers Needham in einem Jahresbericht über Entwicklungsphysiologie (1): „Instead of primary and secondary organisers, workers on echinoderm development prefer to speak of a double gradient system —", machen es wünschenswert, die Entwicklung der Gefällehypothese und ihre Bedingungen kurz darzustellen. Die ersten Gedanken über ein Gefälle im Seeigelei wurden von Boveri im Jahre 1901 geäußert und gründen sich auf Studien über die Differenzierung isolierter Fragmente. Außer morphogenetischen Kriterien für Gefälle oder Gradienten sind auch solche physiologischer und plasmastruktureller Art herangezogen worden. Durch 1. Empfindlichkeit gegen destruierende Agentien (2, 3), 2. Veränderung der Differenzierungsrichtung des Keimmaterials bei geeigneter chemischer Beeinflussung (4, 5), und 3. durch Potenzverteilung und Induktionsvermögen (6) [1]) unterscheiden sich die verschiedenen Keimteile voneinander. Es ist nun auffallend, daß sich alle diese Funktionen mit ausgesprochener Kontinuität in dem Keimkörper abstufen. Soll z. B. mit Hörstadius von einem „vegetativen Organisator" die Rede sein[2]), so ist es vollkommen unmöglich, seine Ausdehnung auch nur annähernd anzugeben, denn einige seiner Wirkungen erstrecken sich — wenn auch mit abnehmender Stärke — durch die ganze vegetative Hälfte. Deswegen ziehen auch die Seeigelforscher vor, von Gefällen oder Gradienten und nicht von „Organisatoren" zu sprechen. Es muß betont werden, daß die Konzeption der Gefälle zwar den Determinationsproblemen der Frühentwicklung des Seeigelkeimes angepaßt ist, daß aber wahrscheinlich auch gewisse entsprechende Verhältnisse in der Amphibienentwicklung bei der Determination in Richtung der Eiachse vorliegen (5, 7).

Das Wesentliche und Neue in der Ausformung der Gefällehypothese durch Runnström ist der *Antagonismus* (4) *zwischen zwei* in Richtung der Eiachse gefällemäßig abgestuften *Prinzipien.* Sie stützte sich ursprünglich darauf, daß Entfernung oder Schädigung (durch $K^{\cdot}$- oder SO_4''-Mangel) der vegetativen Keimhälfte zu einer übermäßigen Ausbreitung der animalsten Differenzierung, des Wimperschopfes, führt, sowie auf die durch $Li^{\cdot}$-Behandlung bewirkte Vergrößerung der vegetativen Differenzierungen, Mesenchym und Entoderm, die in einer Hemmung des animalen Keimmaterials begründet zu sein schien. Später hat sich allerdings herausgestellt, daß dieser Mechanismus der $Li^{\cdot}$-Wirkung noch nicht für bewiesen gehalten werden kann. Nichtsdestoweniger hat diese Hypothese eine glänzende Bestätigung vor allem durch die Transplantationsversuche von Hörstadius (vgl. 7, Zusammenfassende Darstellung) gefunden.

[1]) Der Benennung „Induktion" muß hier eine weitere Bedeutung als in der Amphibienforschung erteilt werden, vgl. unten.

[2]) Diese Auffassung wird jetzt nicht mehr von Hörstadius vertreten.

Die Wirkung des vegetativen Prinzipes auf das animale Material kommt auf zweierlei Weise zum Ausdruck: 1. in einer Induktion entodermaler Differenzierungen, 2. in einem Zurückhalten der Ausbreitungstendenzen der animaleren Differenzierungen. Hierin unterscheidet sich eben das vegetative Material von einem Organisator in der Amphibienentwicklung, der nur eine bestimmte Differenzierung induziert. Lassen wir die induzierende Fähigkeit des vegetativen Materials in diesem Zusammenhang außer acht und wenden uns der zurückhaltenden Wirkung der transplantierten vegetativen Teile auf die Ausbreitungstendenz der animalen Differenzierungen in einer animalen Hälfte zu, so zeigen Versuche von HÖRSTADIUS, daß Mikromerenmaterial doppelt so wirksam ist, wie Makromerenmaterial und daß dieselbe Wirkung in dem vegetativen Teil des Ektoderms noch vorhanden ist, allerdings in wesentlich geringerem Maße. Entsprechend kommt die Abnahme des animalen Prinzipes in Richtung der Eiachse durch die Anzahl Mikromeren zum Ausdruck, die einem der beiden animalsten Zellkränze des 32-Zellenstadiums implantiert werden müssen, um diese Fragmente zur Ausdifferenzierung eines normalen Pluteus zu veranlassen. Diese Anzahl ist für den animalsten Kranz 4 und für den nächst-animalsten 2.

Die Ausbreitungstendenz der animalen Differenzierungen ist eben der Ausdruck des oben angeführten Antagonismus. Daß eine entsprechende, obwohl weniger auffällige Tendenz den vegetativen Differenzierungen und damit dem vegetativen Prinzip innewohnt, kann an der Vergrößerung des Entoderms in isolierten vegetativen Hälften (7) erkannt werden. Daß die Ausbreitungstendenz des vegetativen Prinzips in so viel geringerem Maße als die des animalen zur Geltung kommt, findet durch die nachgewiesene frühere Festlegung der Determination (8, 7) in der vegetativen gegenüber der animalen Eihälfte eine Erklärung. Abgesehen von der zurückhaltenden Wirkung des animalen Prinzips auf die Ausbreitungstendenz des vegetativen kommt seine organisierende Fähigkeit auch in Transplantationsversuchen zum Ausdruck, indem eine animale Hälfte, mit einer invertierten vegetativen verschmolzen, letzterer ihre Polarität weitgehend aufdrückt (9).

Außer dem Antagonismus zwischen dem animalen und dem vegetativen Prinzip, der bei extremem Übergewicht des einen zu vollständiger Unterdrückung des anderen führen kann, kommt auch in den Isolierungs- und Transplantationsversuchen ein anderer Vorgang zum Ausdruck, der als „polare Dominanz" bezeichnet werden kann und für die räumliche Auswirkung der beiden Prinzipien von größter Bedeutung zu sein scheint. Entfernt man das animalste Material, das normalerweise den Wimperschopf ergibt, so wird diese Differenzierung stattdessen von dem nächst animalsten Material gebildet. Dasselbe gilt mutatis mutandis für das Skelettbildnermaterial und die Skelettbildner sowie für äquatoriale isolierte Fragmente, die sich in ihrem animalen Teil viel animaler und in ihrem vegetativen Teil viel vegetativer entwickeln als der prospektiven Bedeutung des betreffenden Materials entspricht. Offenbar gehen von den die beiden Prinzipien in höchster Intensität enthaltenden Teilen des Keimes Hemmungswirkungen aus, die das Auswirken desselben Prinzipes in Keimteilen mit niedrigerer Intensität zurückhalten (5). Am auffälligsten ist dieser Vorgang bei der Entwicklung des isolierten präsumptiven Entomesoblastes; hier wird sogar Ektoderm ausgebildet (6).

Diese Gesetzmäßigkeit, die ich *„polare Dominanz"* [1]) nenne, wurde schon von BOVERI 1901 für den vegetativen Keimteil erkannt. Derselbe Vorgang wurde später von HÖRSTADIUS (6) als „Neukonzentration der Gefälle", und von v. UBISCH (10) als „Entmischung" bezeichnet, Benennungen, die diese Verhältnisse nur rein formal beschreiben.

Die animalen und vegetativen Prinzipien, der zwischen beiden bestehende Antagonismus und die innerhalb beider herrschende „polare Dominanz" sind die Grundlagen aller Regulationserscheinungen in Richtung der Eiachse und bedingen das, was in der Entwicklungsmechanik des Seeigeleies als *„Ganzfaktor"* [2]) und „harmonische Entwicklung" bezeichnet worden ist. Außer diesen Faktoren ist der Zeitpunkt der endgültigen Festlegung der Determination in den verschiedenen Keimgebieten entscheidend für die Ausgestaltung isolierter Keimfragmente sowie ihrer verschiedensten Kombinationen.

Es muß betont werden, daß die hier besprochenen gefällemäßig abgestuften animalen und vegetativen Prinzipien bisher nur durch mikrurgische Versuche demonstriert worden sind und demgemäß am besten als *morphogenetische Gefälle* bezeichnet werden.

Die Ausbildung eines Keimes oder Keimfragmentes ist, — wie oft von HÖRSTADIUS hervorgehoben —, von der quantitativen Abstimmung der beiden Prinzipien zueinander abhängig. Aber auch ihre räumliche Anordnung und Möglichkeiten, sich gegenseitig zu beeinflussen, scheinen von großer Bedeutung zu sein. So führt eine Streckung des Eies in Richtung der Eiachse (5) oder eine äquatoriale Schnürung (7) zu einer Vergrößerung des Wimperschopfes. Die nächstliegende Erklärung dieses Phänomens wie auch anderer ähnlicher Erscheinungen gibt die Annahme, daß das vegetative Prinzip das animale auf dem Wege eines diffundierenden Stoffes beeinflußt und daß der Diffusionsweg durch die genannten Eingriffe weniger günstig geworden ist (5). Dies bedeutet

[1]) Nicht mit dem CHILDschen Begriff „physiologische Dominanz" zu verwechseln, der einen viel weiteren Inhalt hat.

[2]) Statt die „Ganzheit" als teleologischen Begriff zur Erklärung gewisser Regulationserscheinungen heranzuziehen, wie dies vielfach geschehen ist und immer noch geschieht, machen wir ihren Mechanismus zum Gegenstand unserer Forschung [vgl. auch SCHLEIP, (40)].

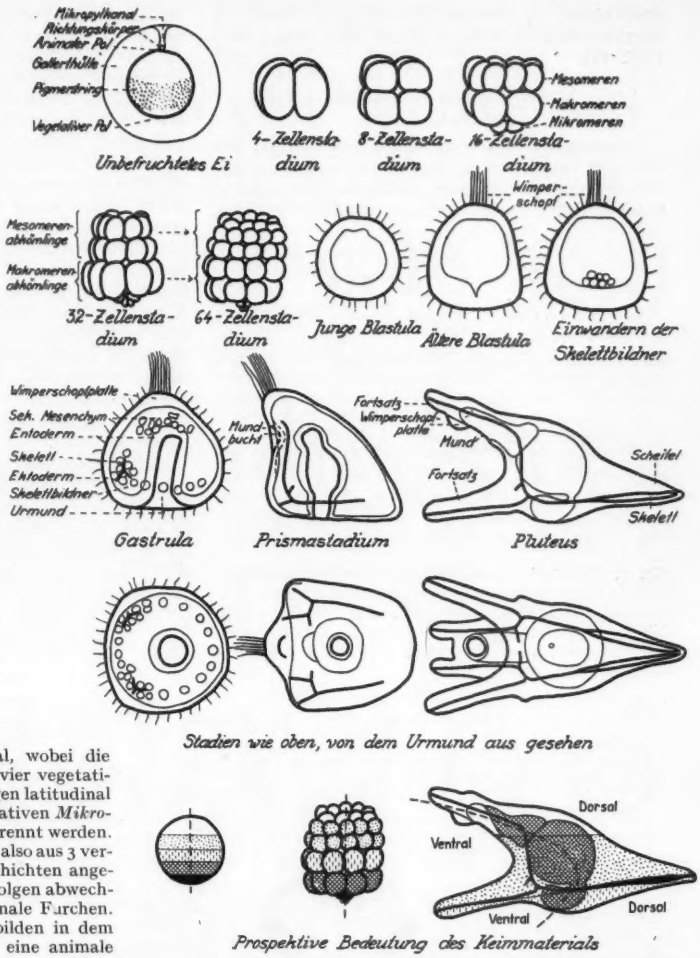


Fig. 1. Übersicht über die Entwicklung des Seeigelkeimes. (Als Beispiel ist *Paracentrotus lividus* gewählt. Der Pigmentring ist nur bei dem ungefurchten Ei dargestellt.) Das unbefruchtete Seeigelei ist ein monaxones Gebilde, das in eine schützende Gallerthülle eingeschlossen ist. Diese Hülle wird von einem Kanal, dem sog. Mikropylkanal, durchzogen, in den die Richtungskörper ausgestoßen werden. Mikropylkanal und Richtungskörper markieren den *animalen Pol*, der in der fertigen Larve zum vorderen Ende wird. Der dem animalen Pol gegenüberliegende Punkt auf der Eioberfläche wird als *vegetativer Pol* und die gedachte, die beiden Pole verbindende Gerade als *Eiachse* bezeichnet. Sämtliche Figuren, mit Ausnahme der 4. Reihe von oben, sind mit dem animalen Pol nach oben gezeichnet. Die beiden ersten Furchen gehen durch die Eiachse und stehen rechtwinklig zueinander. Die 3. Furche verläuft äquatorial. Das 8-Zellenstadium besteht also aus gleich großen Zellen in 2 Schichten. Bei dem 4. Teilungsschritt furchen sich die animalen Zellen meridional, wobei die *Mesomeren* entstehen. In den vier vegetativen verläuft diese Teilung dagegen latitudinal und inäqual, wodurch die vegetativen *Mikromeren* von den *Makromeren* getrennt werden. Das 16-Zellenstadium setzt sich also aus 3 verschiedenen Zellgrößen, in 3 Schichten angeordnet, zusammen. Hiernach folgen abwechselnd meridionale und latitudinale Furchen. Die Mesomerenabkömmlinge bilden in dem 32-Zellenstadium 2 Schichten, eine animale und eine vegetative, während eine entsprechende Gliederung bei den Makromerenabkömmlingen erst in dem 64-Zellenstadium zustande kommt. Die Anordnung der Zellen in Schichten ist von größter Bedeutung für die Isolierung und Transplantation verschiedener Embryonalteile. Die Furchungszellen schließen sich zu einem epithelialen Verband zusammen und bilden die junge bewimperte *Blastula*, die einen Hohlraum, das *Blastocöl*, enthält. Die Blastula differenziert am animalen Pol einen *Schopf aus steifen Wimpern*, von einer Verdickung, der *Wimperschopfplatte*, getragen. Auch der vegetative Teil der Blastula ist stark verdickt und zeigt an der inneren Fläche eine tiefe, trichterförmige Einsenkung am vegetativen Pol. Hier wandern die *primären Mesenchymzellen*, die Nachkommen der Mikromeren und künftigen Skelettbildner, in das Blastocöl ein. Der dicke vegetative Boden der Blastula stülpt sich durch allmähliches Strecken als *Urdarm* ein. Gleichzeitig hiermit tritt die bilaterale Symmetrie zuerst in Erscheinung. Während die Skelettbildner sich um den Urdarm in einen Ring ordnen und sich auf der Ventralseite an 2 Stellen anhäufen, wo die beiden Skelettstücke angelegt werden, wandert das *sekundäre Mesenchym* aus der Darmkuppe aus. Die etwas eckige späte Gastrula geht durch eine Biegung zur Ventralseite hin in das *Prismastadium* über. In unmittelbarer Nähe des Wimperschopfes wird die *Mundbucht* angelegt, die, nachdem der Urdarm *Cölomblasen* (in den Figuren nicht eingezeichnet) abgeschnürt und sich zu gliedern angefangen hat, mit diesem zur Bildung des Mundes zusammentritt. Die den Mund umgebende, leicht eingesenkte Fläche wird von einem *Flimmerband* umsäumt. Dieses zieht sich auch über die vier später auf der Ventralseite auswachsenden Fortsätze hin, die, wie auch der dorsal auswachsende Scheitel, von *Skelettstäben* gestützt werden. Die Differenzierung zur Seeigellarve, dem *Pluteus*, vollzieht sich zum großen Teil durch Wachstum des Skeletts und Vergrößerung der Körperoberfläche, wobei Zellstreckung eine wesentliche Rolle spielt. — Die normale *prospektive Bedeutung* des Materials (nach HÖRSTADIUS), sowie die Eiachse und ihre Biegung wird durch die unterste Reihe von Figuren veranschaulicht.

aber nicht, daß dieser hypothetische Stoff mit dem vegetativen Prinzip selbst identifiziert wird (Vgl. 11).

Über Eingriffe in die Determination durch chemische Mittel.

Heutzutage wird wohl niemand bestreiten, daß die oben besprochenen vegetativen und animalen Prinzipien als der morphogenetische Ausdruck besonderer Stoffwechselvorgänge anzusehen sind (10).

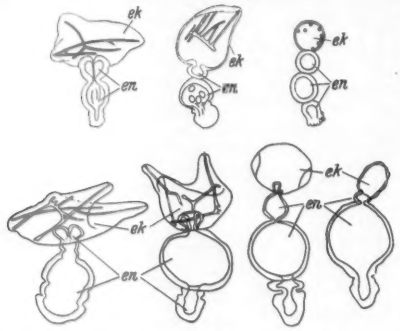


Fig. 2. Vegetativ betonte Keime von Paracentrotus lividus; obere Reihe durch Verminderung des animalen Materials [nach HÖRSTADIUS (6)], untere Reihe durch Lithiumbehandlung [nach LINDAHL u. ÖHMAN (14)] erhalten. *ek* Ektoderm, *en* Entoderm.

Es muß eine der nächstliegenden Aufgaben der Formbildungsphysiologie sein, diese Stoffwechselvorgänge zu erforschen.

Die Abstimmung der animalen und vegetativen Prinzipien gegeneinander kann außer durch mikrurgische Methoden auch durch Destruktion gewisser Keimgebiete oder durch Eingriffe in die den beiden Prinzipien zugrunde liegenden Stoffwechselvorgänge verändert werden. Eine derartige lokale Destruktion trifft, wenn sie durch Milieubedingungen verursacht wird, vor allem das vegetative Keimmaterial und kann z. B. durch Mangel an K-Ionen (3), durch Einwirkung von SCN' in hypotonischer Lösung (4) oder durch eine kurze Behandlung mit schwachen $Hg^{\cdot}$-Konzentrationen erzielt werden (5). Hierher gehört auch die Veränderung des vegetativen Keimmaterials an den zuerst von HERBST in SO_4''-freiem Meerwasser gezüchteten Keimen (S. weiter unten S. 682). In allen Fällen ist infolge eines teilweisen oder vollständigen Ausfallens des vegetativen Prinzipes ein vergrößerter Wimperschopf vorhanden. Mit „Destruktion" wird hier eine Veränderung des Keimmaterials gemeint, die zu einer mehr oder weniger weitgehenden Herabsetzung der Lebensvorgänge führt.

Die andere und weitaus interessantere Gruppe von Erscheinungen spielt sich an *ganzen Keimen* ab, die ohne lokal destruiert zu sein unter der Einwirkung einer Behandlung mit gewissen chemischen Agentien „vegetativisiert" oder „animalisiert", d. h. vegetativer bzw. animaler differenziert als normal, geworden sind. Da hierbei die Keime bei geeigneter Dosierung ihre Lebens- und Differenzierungsfähigkeit vollkommen beibehalten, wird gefolgert, daß die betreffende Behandlung hauptsächlich gewisse Stoffwechselvorgänge von morphogenetischer Bedeutung fördert oder hemmt und andere lebenswichtige Prozesse verhältnismäßig unbeeinflußt läßt. Der am eingehendsten untersuchte Eingriff, der zu einer Vegetativisierung führt, ist die Behandlung des befruchteten Seeigeleies nach HERBST mit Li-Ionen. Das Hervorrufen einer Animalisierung ohne Destruktion vegetativer Keimteile geschieht durch Behandlung des unbefruchteten Eies in $Ca^{\cdot\cdot}$-freiem Medium mit SCN^-- oder J^--Ionen und wurde zuerst von LINDAHL (5) durchgeführt.

Fig. 3. Animal betonte Keime von Paracentrotus lividus; obere Reihe durch Verminderung des vegetativen Materials [nach HÖRSTADIUS (6) und Arch. Entw.mechan. 135, 40 (1936)], untere Reihe durch animalisierende Vorbehandlung [nach LINDAHL (5)] erhalten. *en* Entoderm, *m* Mundeinstülpung.

Eine große Schwierigkeit bei der Beurteilung der Entwicklungsergebnisse von Versuchen dieser Art entsteht dadurch, daß die eine Veränderung der morphogenetischen Abstimmung im Keim bezweckenden chemischen Eingriffe nicht nur diese Wirkung haben, sondern auch die determinationsgemäße Differenzierung mehr oder weniger weitgehend hemmen, ohne eine Destruktion zu veranlassen. Das Erkennen solcher Verhältnisse ist, obwohl nicht immer

möglich, außerordentlich wichtig, da sonst fehlerhafte Schlußfolgerungen gezogen werden können.

Die große Übereinstimmung zwischen den Formen, die einerseits durch Li⁺- bzw. animalisierende Behandlung, andererseits durch mikrurgische Eingriffe erzielt werden können (s. Fig. 2 und 3) ist von größter Bedeutung für die Analyse der von den genannten Behandlungen bewirkten Stoffwechselveränderungen. Durch diese Übereinstimmung erscheint die Schlußfolgerung berechtigt, daß die Li⁺-Behandlung die Abstimmung der beiden Prinzipien derart verändert, daß das animale Prinzip geschwächt, oder das vegetative verstärkt wird, wobei eine Kombination dieser beiden Vorgänge natürlich auch denkbar wäre. Für die animalisierten Keime muß in derselben Weise gelten, daß die Vorbehandlung entweder das vegetative Prinzip schwächt oder das animale verstärkt.

Stoffwechsel und Determination.

Da der Seeigelkeim als ein ausgesprochen aerober Organismus anzusprechen ist, steht zu erwarten, daß eine große Anzahl Stoffwechselvorgänge direkt oder indirekt mit der Sauerstoffaufnahme verknüpft sind. Es besteht also die Möglichkeit, daß die Herabsetzung oder Förderung gewisser Stoffwechselvorgänge in einer Veränderung der O_2-Aufnahme zum Ausdruck kommt und somit Atmungsmessungen eine Orientierung über die Wirkungen der Eingriffe in den Stoffwechsel geben könnten.

Die zeitliche Veränderung der Normalatmung.

Wenden wir uns zuerst der Atmung des sich unter normalen Bedingungen entwickelnden Keimes zu. Diese wurde zuerst in großen Zügen von WARBURG (12) untersucht. Er zeigte, daß die Oxydationsgeschwindigkeit nach der sprunghaften Zunahme bei der Befruchtung „dauernd im Laufe von 24 Stunden" wächst: „Wir haben kein Maximum, keine S-förmige Kurve und keine ‚rhythmische' Atmung". Spätere Detailuntersuchungen haben etwas andere Einzelheiten ergeben. So steigt die Atmungsintensität während der ersten 6 Furchungszyklen nach einer exponentiellen Funktion der Zeit. (13, 14). Diese Steigerung hört allmählich auf, und die Oxydationsgeschwindigkeit bleibt 2—2,5 Stunden konstant (15). Während dieses ersten Entwicklungsabschnittes, der sich bis kurz vor dem Einwandern des primären Mesenchyms erstreckt, liegt also tatsächlich eine S-förmige Kurve (Fig. 4) vor. Der Endpunkt dieses Abschnittes wird durch eine plötzlich einsetzende Steigerung der Atmungsintensität markiert, die bis zu dem Abschluß der Gastrulation fortdauert (15). Dieser zweite Entwicklungsabschnitt ist durch etwa geradlinige Zunahme der Sauerstoffaufnahme und durch Einwandern des Mesenchyms sowie Gastrulation charakterisiert. Während des folgenden, dritten Entwicklungsabschnittes steigt die Atmungsintensität zwar immer noch weiter, jedoch wesentlich langsamer als vorher. Ferner findet die Differenzierung der Gewebe und die Ausbildung der Körperform hier statt. Aus Gesichtspunkten der Stoffwechselphysiologie wird

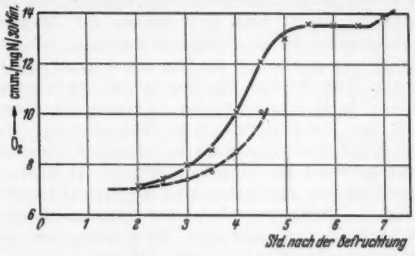


Fig. 4. Atmungsintensität eines Eiermaterials von Paracentrotus lividus bei 26,0° als Funktion der Zeit. Ausgezogene Kurve Normalatmung; gestrichelte Kurve Atmung in 0,081 Mol LiCl [nach LINDAHL (15)].

der Durchbruch des Mundes als Abschluß dieses letzten Abschnittes bezeichnet, weil hiernach die Aufnahme von Nahrung anfängt, und der Stoffwechsel nicht mehr ausschließlich auf körpereigene Substrate angewiesen ist (15). Fig. 5 gibt

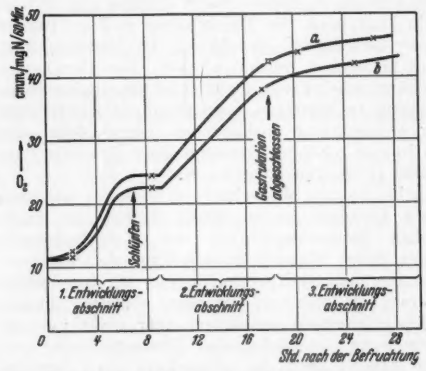


Fig. 5. Die Veränderung der Atmungsintensität der Eier zweier Weibchen von Paracentrotus lividus. $t = 22{,}0°$ [nach LINDAHL (15)].

einen Überblick über den Verlauf der Normalatmung während der drei Entwicklungsabschnitte.

Die Wirkung von Lithiumionen auf Stoffwechsel, Protoplasmastruktur und Morphologie.

Da die Festlegung der Determination progressiv von dem vegetativen Pol in Richtung des animalen während der 12.—16. Entwicklungsstunde fortschreitet (7), und eine Vegetativisierung nur bei Einsetzen der Li⁺-Behandlung in früheren Stadien erzielt wird, hat sich das Interesse vor allem auf die Stoffwechselvorgänge des ersten Entwicklungsabschnittes konzentriert. Werden Li-Ionen hier in dem Zeitabschnitt der exponentiellen Zu-

nahme der Atmung einer Eiersuspension zugesetzt, so bewirken sie eine Hemmung der weiteren Zunahme der Atmungsintensität, ohne die schon vorhandene herabzusetzen (s. Fig. 4). Die quantitative Beziehung zwischen der Hemmung und der $Li^{\cdot}$-Konzentration macht eine dem Gesetz der Massenwirkung gehorchende Reaktion zwischen $Li^{\cdot}$ und irgendeinem Aktivator in dem Keim wahrscheinlich (5). Die ähnliche Hemmung von Gärung und Atmung in Hefezellen durch $Li^{\cdot}$ sowie die Hemmung der Dehydrierung von Hexosemono- und Hexosediphosphorsäure mit zersprengten Eiern als Enzymmaterial im Thunbergversuch (5) oder in Gegenwart von Pycoyanin und Sauerstoff als Acceptor (14) legte den Gedanken nahe, es handle sich auch in dem lebenden Seeigelkeim um die Hemmung einer Kohlehydratoxydation.

Schon GRAY hatte zur Demonstration des exponentiellen Anstieges der Atmungskurve die Annahme gemacht, daß die Atmung in diesem Entwicklungsabschnitt aus zwei Anteilen, einem konstanten und einem wachsenden, bestehe. Da die früheren Atmungsmessungen an $Li^{\cdot}$-Kulturen dies scheinbar bestätigten, wurde versucht, Stützen anderer Art für diese Annahme zu erbringen. So stellte sich heraus (14), daß die absolute Erhöhung der Atmungsintensität durch Zugabe von Pyocyanin kurz nach der Befruchtung und 9 Stunden später dieselbe ist, obwohl sich die Atmungsintensität inzwischen verdoppelt hat. Die Pyocyaninwirkung scheint somit nicht die hinzugekommene Atmung zu betreffen, sondern nur die kurz nach der Befruchtung vorhandene. Diese bleibt also bis in das 9-Stundenstadium etwa konstant, um später zu steigen anzufangen.

Eine weitere Möglichkeit, in diese Verhältnisse einen Einblick zu gewinnen, bieten die spezifischen Hemmungskörper des Kohlehydratabbaues, deren Wirkung eventuell nur den wachsenden Atmungsanteil treffen würde, für den Kohlehydrate als Substrat vermutet wurden. Monojodessigsäureamid verhindert aber nicht nur die Entstehung des wachsenden Atmungsanteils, sondern hemmt auch die schon kurz nach der Befruchtung vorhandene Atmung (14). Glyzerinaldehyd, dessen Wirkung auf die Glykolyse des Hühnerembryos eingehend von NEEDHAM und seinen Mitarbeitern studiert worden ist, hemmt bei Zusatz kurz nach der Befruchtung hauptsächlich nur die weitere Zunahme der Atmung und läßt die schon vorhandene im großen und ganzen unbeeinflußt (15). Spätere unpublizierte Versuche zeigen indessen, daß in den Eiern mancher Weibchen höhere Konzentrationen eine beträchtliche Hemmung auch an dem „konstanten Atmungsanteil" bewirken können. Sie zeigen weiter, daß Glyzerinaldehyd nicht wie $Li^{\cdot}$ nur die weitere Zunahme der Atmungsintensität, sondern auch die schon bei der Zugabe vorhandene Atmung hemmt. Es soll eine Möglichkeit bestehen, mit Hilfe der monomeren und der dimeren Form dieses Körpers einen über phosphorylierte Intermediärprodukte verlaufenden Kohlehydratabbau von einem ohne Phosphorylierung stattfindenden zu unterscheiden (16). Die Atmung des Seeigeleies verhält sich aber gegen beide Formen etwa gleich (15). — Der Mangel an vollkommener Spezifität, der offenbar der Glyzerinaldehydwirkung eigen ist, und die starke Destruktion der Keime, die schon bei sehr kleiner Atmungshemmung auftritt (vgl. unten), dürfte eventuell auf eine Reaktion mit Aminogruppen zurückzuführen sein.

Die Versuche mit „spezifischen" Hemmungskörpern des Kohlehydratabbaues haben bis jetzt wenig zur Lösung der gestellten Fragen beigetragen. Auch schien es lange schwierig, die Vorstellung einer zunehmenden Kohlehydratoxydation neben einem konstant bleibenden Umsatz anderer Art mit dem hohen RQ-Wert von 0,90 zu vereinen, der zuerst von WARBURG (12) gefunden wurde und später von einer Reihe anderer Autoren bestätigt worden ist (Literatur bei 5). Alle diese Bestimmungen sind mit der ursprünglichen Drei-Manometer-Methode von WARBURG ausgeführt worden. Bei orientierenden Versuchen (unpubliziert) über die Veränderung des RQ während der Entwicklung verwendete ich dieselbe Methode und stellte dabei fest, daß das p_H der Zellsuspension in dem Gefäß, wo die Kohlensäure nicht absorbiert wird, erheblich sinkt. Die Grundlage der Bestimmung des RQ ist eine gleich große Atmung in den mit KOH und H_2SO_4 beschickten Gefäßen, eine Bedingung, die bei einer Herabsetzung des p_H in dem einen Gefäß kaum erfüllt wird. Ich plante deswegen, diese Untersuchung nach einer Modifikation der Methode von MEYERHOF und SCHMITT durchzuführen. Die vorläufigen Versuche wurden von meinem Mitarbeiter ÖHMANN (17) ausgeführt. Für das 1—2-Stundenstadium wurde der RQ-Wert 0,73 $\pm$ 0,01, für das 7—8-Stundenstadium 0,85 $\pm$ 0,01 gefunden. Es scheint demgemäß, als ob hauptsächlich Fett kurz nach der Befruchtung verbrannt wird. Wird RQ für den zwischen den beiden Stadien entstandenen Atmungsanteil unter der Annahme berechnet, daß die Fettoxydation bestehen bleibt, so ergibt sich der Wert 1,00; wir würden es also tatsächlich hier in diesem Atmungsanteil mit einem *oxydativen Kohlehydratabbau* zu tun haben. Die bisher vorliegenden Analysen des Totalkohlehydrats und des Totalfettes (18) widersprechen dieser Deutung in keiner Weise. Die Zahlen von HAYES zeigen eine konstante Abnahme des Totalfettes während der 2.—9. Entwicklungsstunden. Diese Angaben scheinen jedoch mit einem großen Fehler behaftet zu sein.

Allem Anschein nach greift $Li^{\cdot}$, solange die Atmung exponentiell steigt, in *einigermaßen spezifischer Weise* in den Stoffwechsel ein. Wird aber $Li^{\cdot}$ kurz nach dem Aufhören dieser Steigerung zu einer Suspension zugesetzt, so *hemmt es die Atmung in anderer Art* (15). Die Hemmung trifft jetzt nicht nur die weitere Zunahme der Atmungsintensität, sondern auch die schon vorhandene Atmung. Diese Hemmung erreicht nicht, wie in

den früheren Stadien, bald nach der Zugabe der LiCl-Lösung ihren maximalen Wert, sondern nimmt dauernd zu. Weiter ist die von einer gewissen $Li^{\cdot}$-Konzentration hervorgerufene Hemmung während der Zeit des exponentiellen Anstieges unabhängig von der Temperatur (14), wohingegen die spätere Hemmung bei höherer Temperatur größer als bei niedrigerer ist (15). Da die Keime in diesen späteren Stadien eine viel größere allgemeine Empfindlichkeit gegen $Li^{\cdot}$ zeigen, als in früheren, und unter Destruktionserscheinungen zugrunde gehen, scheint ein kausaler Zusammenhang zwischen dieser späteren Hemmung und der größeren gleichzeitig auftretenden Empfindlichkeit zu bestehen. Es liegt auf der Hand, die besonders in späteren Stadien nachgewiesenen, durch $Li^{\cdot}$ hervorgerufenen kolloidchemischen Veränderungen im Plasma (19) mit diesen Erscheinungen in Zusammenhang zu bringen. Allerdings konnte gezeigt werden (8, 5), daß eine strukturvergröbernde Wirkung von $Li^{\cdot}$ sich auch in früheren Stadien geltend macht. Daß diese während des Zeitabschnittes des exponentiellen Atmungsanstieges nicht als Atmungshemmung zum Ausdruck kommt, dürfte darauf beruhen, daß die Plasmakolloide in den früheren Stadien wesentlich weniger empfindlich sind und ferner die Strukturverhältnisse nicht die Rolle eines begrenzenden Faktors spielen können, da die Atmung schon durch die spezifische Hemmungswirkung herabgesetzt ist.

Es fragt sich nun, ob irgendeine kausale Beziehung zwischen der durch $Li^{\cdot}$ bewirkten Stoffwechselhemmung und der Vegetativisierung besteht oder ob diese beiden Wirkungen als Parallelerscheinungen zu bezeichnen sind. Die erstgenannte Möglichkeit würde bedeuten, daß das animale Prinzip direkt oder indirekt durch die durch $Li^{\cdot}$ hemmbaren Stoffwechselvorgänge bedingt sei. Hierfür spricht, ohne die Frage zu entscheiden, die oft wiederholte Beobachtung, daß Eier, deren Atmung durch $Li^{\cdot}$ weniger gehemmt wird, auch weniger stark vegetativisiert werden als solche, deren Atmung kräftiger gehemmt wird. Eine wesentlich bessere Stütze ergibt sich aber aus folgendem Verhalten: $Li^{\cdot}$ hemmt die exponentielle *Zunahme* der Atmungsintensität reversibel. Bei einer kurzdauernden Behandlung mit $Li^{\cdot}$ ist also die Größe des ausgefallenen Umsatzes von der Dauer und der Zunahme der Atmungsintensität während der Behandlung abhängig und bei gleich langer Einwirkung in verschiedenen Zeitabschnitten dieser Entwicklungsphase der Steilheit der Atmungskurve in dem betreffenden Abschnitt etwa proportional. Das morphologische Ergebnis zeigt hiermit völlige Übereinstimmung (20). Werden die Keime in Dreistundenperioden von der Befruchtung ab behandelt, so zeigen die in der ersten Periode behandelten eine schwache, die in der zweiten eine starke und die in der dritten wiederum eine schwache Vegetativisierung (vgl. die S-Form der Atmungskurve, Fig. 4 und 5). Bis 9 Stunden nach der Befruchtung ruft eine kurze Behandlung also eine Vegetativisierung hervor, die groß oder klein ist, je nachdem die normale Atmungskurve während der Behandlung flach oder steil verläuft. Dieses Ergebnis stützt die Hypothese, daß ein ***kausaler Zusammenhang zwischen dem durch $Li^{\cdot}$ hemmbaren Atmungsanteil und dem animalen Prinzip besteht***, schließt aber keineswegs die Möglichkeit aus, daß der Anstieg des genannten Atmungsanteils und die in dem animalen Prinzip zum Ausdruck kommenden Stoffwechselvorgänge nebeneinander verlaufen. Letzteres würde bedeuten, daß dem Atmungsanstieg wie dem animalen Prinzip Vorgänge zugrunde liegen, die sich synchron abspielen und sich $Li^{\cdot}$ gegenüber ähnlich verhalten.

Noch 9 Stunden nach der Befruchtung verursacht kurzdauernde $Li^{\cdot}$-Behandlung eine ganz schwache, wenn überhaupt eine Vegetativisierung (20). Die in späteren Stadien durch $Li^{\cdot}$ bewirkte Atmungshemmung steht also in keiner direkten Beziehung zu der vegetativisierenden Wirkung. Setzt aber die Behandlung schon in früheren Stadien ein, so hat eine über das 12-Stundenstadium ausgedehnte Behandlungszeit eine immer stärkere Wirkung, je länger sie andauert (21, 20). Die Behandlung in früheren Stadien macht es so möglich, daß $Li^{\cdot}$ auch in späteren Stadien eine vegetativisierende Wirkung ausüben kann. Dies muß bedeuten, daß die Festlegung der Determination durch früh einsetzende $Li^{\cdot}$-Behandlung verhindert wird. Unter diesen Bedingungen kann entweder dieselbe Wirkung von $Li^{\cdot}$ wie in früheren Stadien auch in den späteren zum Ausdruck kommen, oder $Li^{\cdot}$ übt hier einen anderen Einfluß aus, der mittelbar oder unmittelbar zu einer stärkeren Auswirkung des früher erfolgten Eingriffes im Stoffwechsel führt.

Es ist wiederholt versucht worden, durch Kombination der $Li^{\cdot}$-Behandlung mit anderen Agentien einen Einblick in den Mechanismus der morphogischen $Li^{\cdot}$-Wirkung zu gewinnen. So bewirkt eine Erhöhung der K-Ionenkonzentration des Meerwassers eine Abschwächung der vegetativisierenden Wirkung von $Li^{\cdot}$ (3, 5). Diese Tatsache ist allerdings schwer zu deuten, weil die Erhöhung der $K^{\cdot}$-Konzentration an und für sich eine Vergrößerung des Wimperschopfes, also eine Animalisierung hervorrufen kann, die allem Anschein nach auf dem Wege einer leichten Schädigung des vegetativen Keimmaterials zustande kommt (vgl. S. 676) Nichtsdestoweniger zeigen Atmungsmessungen (5) eine Erhöhung der Atmung durch die Verstärkung der $K^{\cdot}$-Konzentration, so daß in Kombination mit $Li^{\cdot}$ die hierdurch bewirkte Herabsetzung der Atmung ausgeglichen wird. Eine eingehendere Analyse des Verhaltens der beiden oben beschriebenen Atmungsteile läßt sich hier jedoch schwer durchführen.

Eingehend ist die Kombination der $Li^{\cdot}$-Behandlung mit verschiedenen die Sauerstoffübertragung hemmenden Agentien geprüft worden.

Sowohl Kohlenmonoxyd (im Gemisch mit O_2) (8) wie HCN (5) und partielle Anaerobie (20) verstärken die vegetativisierende Wirkung von $Li^{\cdot}$. In Abwesenheit von $Li^{\cdot}$ bewirkt von den drei Agentien nur CO eine Vegetativisierung (8, 22), soll aber auch eine Animalisierung von Ganzkeimen hervorrufen können[1]). Die gleichwertige Wirkung der beiden Atmungsgifte und der partiellen Anaerobie in Kombination mit $Li^{\cdot}$ zeigt, daß es sich hier kaum um eine spezifische Eigenschaft der ersteren handeln kann. Durch die Herabsetzung der Sauerstoffübertragung verschiebt sich der Oxydoreduktionszustand der Zellbestandteile in Richtung stärkerer Reduktion. Es wäre also möglich, daß die Substanzen, auf die $Li^{\cdot}$ direkt oder indirekt einwirkt, in reduziertem Zustand von $Li^{\cdot}$ stärker beeinflußt werden (23). Die Herabsetzung der O_2-Übertragung verursacht andererseits zweifellos Störungen der protoplasmatischen Struktur, entweder auf Grund mangelnder Energieversorgung oder einer Anhäufung saurer Intermediärprodukte. Da nun die Kombination der $Li^{\cdot}$-Behandlung mit der Wirkung schwacher organischer Säuren zu einer Verstärkung der Vegetativisierung führt (10), scheint also bei Herabsetzung der Atmung diese Verstärkung ebensogut auf eine Anhäufung von sauren Intermediärprodukten wie auf eine Veränderung des Oxydoreduktionszustandes gewisser Zellsysteme zurückgeführt werden zu können. Man könnte dazu geneigt sein, sogar die Strukturvergröberung, die sowohl der Herabsetzung der Atmung wie dem Zusatz von Säuren gemeinsam ist, für die Verstärkung der Vegetativisierung verantwortlich zu machen, und hätte damit dieselbe Wirkung verschiedener Agentien auf ein gemeinsames Grundphänomen zurückgeführt. Auch ließe sich hier evtl. die oben besprochene Wirkung einer über die 12. Entwicklungsstunde ausgedehnten $Li^{\cdot}$-Behandlung einordnen.

Die Literatur enthält zahlreiche Beschreibungen von Exogastrulae, die mit den verschiedensten Mitteln erhalten worden sind und die den durch $Li^{\cdot}$ abgeänderten Keimen gleichgestellt werden. Es kann zur Zeit als bewiesen angesehen werden, daß Exogastrulation sowohl als Folge von Vegetativisierung wie von Eingriffen in den Gastrulationsmechanismus, und zwar dann bei vollkommen normal proportionierten Keimen, auftreten kann. „Exogastrula" ist also keineswegs identisch mit „vegetativisierter Keim". Nichtsdestoweniger sichern genaue Angaben und Abbildungen eine Anzahl von Fällen als Vegetativisierung nach Behandlung mit anderen Agentien als $Li^{\cdot}$. Hier kommen so verschiedenartige Behandlungen wie mit Salzlösungen, Kohlenmonoxyd, Auxin, Janusgrün und Aufzucht in stark übersiedelten Kulturen vor. $Li^{\cdot}$ wirkt also nicht in dem Sinne spezifisch, daß es das einzige Agens ist, das eine Vegetativisierung hervorrufen kann (11). Die Wirkung ist jedoch insofern spezifisch, als $Li^{\cdot}$ gewisse Stoffwechselvorgänge hemmt und gleichzeitig andere verhältnismäßig unbeeinflußt läßt; eine Übereinstimmung in dieser Hinsicht mit der Wirkungsweise der anderen vegetativisierenden Agentien ist zu erwarten.

Wenn, wie oben wahrscheinlich gemacht worden ist, das animale Prinzip an einen Kohlehydratabbau gebunden ist, so könnte mit Hilfe der den Kohlehydratabbau selektiv hemmenden Körper eine Vegetativisierung erzielt werden. Versuche dieser Art sind jedoch negativ ausgefallen (20, 24). Der Grund hierzu mag darin zu suchen sein, daß die benutzten Hemmungskörper (Monojodessigsäure, Glyzerinaldehyd, Phloridzin) nicht nur den Kohlehydratabbau, sondern auch andere lebenswichtige Prozesse hemmen, wie sowohl Atmungsmessungen wie Destruktionserscheinungen an den Keimen zeigen (20)[1]).

Über Stoffwechselvorgänge im Zusammenhang mit der Animalisierung.

Für die Behandlung unbefruchteter Eier, die zu einer Animalisierung von Ganzkeimen führt, haben sich in erster Linie Rhodanidionen und danach Jodidionen als sehr wirksam herausgestellt. Aber auch andere Ionen, wie SO_4'', Br', Tartrationen, $Li^{\cdot}$ können in gleicher Weise eine Animalisierung bewirken, wenn auch in geringerem Maße. Hierher gehört wahrscheinlich auch ein unbekannter Körper, der als Verunreinigung in einem KCL-Präparat von SCHERING-KAHLBAUM (Pro analysi) enthalten war und durch Umkristallisation entfernt werden konnte (14). Da sich die Behandlung über mehrere Stunden erstreckt, ist es notwendig, die zur „Überreife" der Eier führenden Vorgänge, die der Animalisierung entgegenwirken, auszuschalten. Da diese Phänomene an das Vorhandensein von Ca-Ionen gebunden sind (5, 25), wird die Behandlung in Ca''-freiem Meerwasser vorgenommen. Diese Maßnahme ist keineswegs notwendig, führt aber zu einem regelmäßigeren Erfolg der Methode.

Es ist offensichtlich, daß es sich hier nicht um eine spezifische Wirkung der genannten Ionen han-

[1]) HÖRSTADIUS und STRÖMBERG (22) berichten weiter über das sehr interessante Ergebnis, daß CO-Behandlung in animalen Hälften eine Animalisierung, in vegetativen dagegen eine Vegetativisierung bewirkt. Dies deutet auf eine unspezifische Wirkung von CO. Eine naheliegende Erklärung ergibt sich in der Annahme, daß CO die Festlegung der Determination hinausschiebt, wodurch das vorherrschende Prinzip in den betreffenden Hälften Gelegenheit hat, sich durchzusetzen.

[1]) Bei Einwirkung von Monojodessigsäure kann eine Animalisierung in Ganzkeimen und eine Vegetativisierung von animalen Hälften erhalten werden (22). Auf Ganzkeime wirkte auch Phloridzin animalisierend, rief bei animalen Hälften dagegen sowohl Animalisierung wie Vegetativisierung hervor. In Ganzkeimen ist bei Behandlung vor der Befruchtung mit diesem Körper auch eine Vegetativisierung erzielt worden (20). Es ist einstweilen schwer, hier irgendeinen Zusammenhang mit spezifischen Hemmungsreaktionen zu erkennen.

deln kann. Vielmehr bedingen sie gewisse Verhältnisse in den Zellen, durch die das Ablaufen spezifischer Vorgänge ermöglicht wird. Hiernach ist auch eine Animalisierung, die in einigen Fällen nach Behandlung mit nur Ca^{++}-freiem Meerwasser eintrat (5), verständlich. Es dürfte sich hier um irgendwelche Verunreinigungen der benutzten Chemikalien oder dergleichen gehandelt haben, die dieselbe Zustandsveränderung im Ei wie die benutzten Ionen hervorgerufen haben.

Es hat sich herausgestellt, daß die Sauerstoffaufnahme während der Behandlung von entscheidender Bedeutung für die Animalisierung ist. Wird die Behandlung bei einem Sauerstoffdruck von 2 % oder weniger oder im Dunkeln unter einer Atmosphäre von 5 % O_2 + 95 % CO oder in einer Konzentration von $6 \cdot 10^{-5}$ Mol KCN ausgeführt, so bleibt jegliche Animalisierung aus (5). In allen diesen Fällen wird die Atmung des unbefruchteten Eies kaum gehemmt, dagegen wird eine Atmungshemmung bewirkt, sowie der von WARBURG zuerst beschriebene spontane Atmungsanstieg einsetzt[1]). Eine erhöhte Atmung während der Behandlung scheint somit der entscheidende Vorgang für die Animalisierung zu sein. Dasselbe zeigen Versuche, in denen die Sauerstoffaufnahme durch Zugabe des Redoxkörpers Pyocyanin während der Behandlung verstärkt ist (23); die Animalisierung wird hierdurch wesentlich beschleunigt. Der spezifische Prozeß, der während der Behandlung zu Animalisierung führt, besteht somit in einer Oxydation oder ist an einen derartigen Prozeß gekoppelt. Wo diese Oxydationsprozesse einsetzen, ist bis jetzt vollkommen ungeklärt. Versuche, die Atmung während der Animalisierungsbehandlung zu messen, haben zu keinerlei Erfolg geführt, weil die Animalisierung der Eier bei gleichzeitiger Atmungsmessung immer ausbleibt. Wahrscheinlich spielen besondere, sehr labile Strukturverhältnisse, die durch das Schütteln bei der Atmungsmessung gestört werden, für das Ablaufen der zur Animalisierung führenden Prozesse eine große Rolle.

Atmungsmessungen an animalisierten Keimen in dem Zeitabschnitt der exponentiellen Zunahme der Atmung zeigen auffällige Abweichungen von den Verhältnissen im Normalkeim (5). Unter anderem ist die Empfindlichkeit der Atmung gegen Li^{+} stark gestiegen; gewisse Stoffwechselsysteme im Keim sind also durch die Behandlung verändert. Eine Deutung dieser Verhältnisse ist noch nicht möglich, wie auch nicht entschieden werden kann, ob die Vorbehandlung primär eine Schwächung des vegetativen Prinzips oder eine Verstärkung des animalen bedingt.

Wenn die Animalisierung so weit fortgeschritten ist, daß sämtliche vegetativen Organe verschwunden sind, wäre bei noch weiterem Fortschreiten dieses Vorganges nur eine immer größere Zunahme des Wimperschopfes und des Flimmerbandes auf Kosten der flacheren Epithelien zu erwarten. Stattdessen finden wir (5), daß ein neuer Wimperschopf den Platz der Skelettbildner einnimmt (Fig. 6). Daß es sich hier tatsächlich um einen physiologisch funktionierenden animalen Pol handelt, geht aus Versuchen hervor, in denen die vorbehandelten Eier nach der Befruchtung der Wirkung von Li^{+} ausgesetzt werden. In Keimen, die mäßig animalisiert waren, kommen die vegetativen Differenzierungen jetzt mehr zur Geltung, und es entwickeln sich fast normale oder leicht vegetativisierte Keime. Auch bei Keimen, die zwei Wimperschöpfe hätten ausdifferenzieren sollen, ist dies der Fall. Das Mesenchym und das Entoderm werden aber hier nicht aus dem vegetativsten Material, das zu Ektoderm wird, sondern aus dem eben vegetativ vom Eiäquator belegenen Material gebildet (Fig. 7). Es hat also hier in dem vegetativen Drittel des Keimes ohne jede Materialverschiebung eine Umkehrung der Polarität stattgefunden.

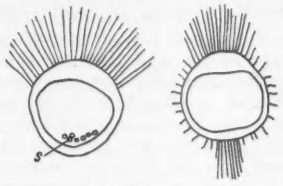


Fig. 6. Durch Vorbehandlung animalisierte Keime von Paracentrotus lividus; links mit vegetativ belegenen Skelettbildnern (*S*), die später hier ein unpaares Skelettstück ausbilden; rechts mit einem zweiten sekundären Wimperschopf an derselben Seite [nach LINDAHL (5)].

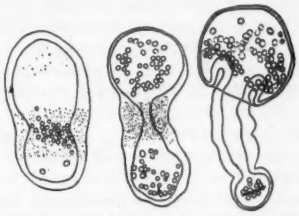


Fig. 7. Durch Vorbehandlung animalisierte, nach der Befruchtung mit Li^{+} behandelte Keime von Paracentrotus lividus in verschiedenen Entwicklungsstadien. Die Punktierung zeigt die Verteilung des Pigmentes, das im ungefurchten Ei einen Gürtel unterhalb des Äquators bildet [nach LINDAHL (5)].

Zur Zeit werden diese Verhältnisse am besten mit Hilfe der „polaren Dominanz" erklärt. In dem Augenblick, in dem das vegetative Prinzip vollkommen unterdrückt worden ist, nimmt das animale Prinzip in niedrigster Intensität das vegetative Keimgebiet ein. Bei der weiteren Zunahme

[1]) Dieser soll nach TYLER, RICCI u. HOROWITZ [J. exper. Zool. **79**, 129 (1938)] zum großen Teil durch Bakterien verursacht sein. Den Verfassern gelingt es aber nicht zu beweisen, daß der Atmungsanstieg ausschließlich auf Bakterienwirksamkeit zurückzuführen ist.

der Animalisierung würden die von den animalsten Teilen ausgehenden Hemmungswirkungen der „polaren Dominanz" auch hier zur Wirkung kommen. Der vegetativste Teil des Eies entzieht sich aber wegen des großen Abstandes dieser Hemmung, und es kann hier ein zweiter Wimperschopf entstehen.

Über die Wirkung von Sulfatmangel.

Die durch Aufzucht bei Sulfatmangel erhaltenen Keime haben zu der Erkenntnis des Antagonismus zwischen dem animalen und dem vegetativen Prinzip geführt (s. oben S. 673). Spätere Untersuchungen haben hier kaum zur Lösung des physiologischen Problems der Determination beigetragen, weil der SO_4''-Mangel verhältnismäßig sehr spät — kurz vor dem Einwandern des primären Mesenchyms — zur Geltung kommt. Stattdessen hat sich ein Einblick in die Lokalisation gewisser Stoffwechselvorgänge ergeben.

HERBST zeigte, daß Sulfat-Ionen für die Entwicklung des Seeigelkeimes notwendig sind, und daß sie erst im Blastulastadium und später eine Rolle spielen. Bei SO_4''-Mangel findet vor allem eine Differenzierungshemmung der vegetativen Teile des Keimes statt. Die Entodermzellen sind getrübt und gelblich verfärbt, und da sie nicht in normaler Weise gestreckt werden, wird die Entodermwand stärker als normal und bleibt oft ungegliedert. Das primäre Mesenchym bildet nicht den bekannten normalen Skelettbildnerring, sondern häuft sich in unmittelbarer Nähe des Darmes an, was auf Hemmung entweder in den Skelettbildnerzellen oder in dem sie dirigierenden Ektoderm schließen läßt. Die Wimperschopfzone breitet sich aus, und die Ento-Ektoderm-Grenze wird in vegetativer Richtung verschoben. Die dorsoventrale Organisation ist mehr oder weniger unterdrückt, und die Keime können in extremen Fällen vollkommen radiärsymmetrisch sein.

Die hier stattfindende Animalisierung unterscheidet sich also in mehreren wesentlichen Hinsichten von der durch Behandlung vor der Befruchtung erhaltenen. Die Hemmungserscheinungen und strukturellen Störungen im vegetativen Keimgebiete gehen mit einer Herabsetzung des Sauerstoffverbrauches Hand in Hand (5). Diese Atmungshemmung setzt gleichzeitig mit dem SO_4''-Bedürfnis, also früher als die sichtbaren Hemmungserscheinungen, ein.

Die Rolle der SO_4-Ionen ist noch nicht bekannt. Da aber in dem SO_4''-freien Meerwasser, in dem eine Kultur gezüchtet worden ist, nach Vervollständigung mit SO_4'' differenzierungshemmende Stoffe in einer höheren Konzentration vorliegen, als von einer entsprechenden Kultur in normalem Wasser ausgeschieden wird (26), so scheint den SO_4-Ionen hier wie in so vielen anderen Organismen eine entgiftende Funktion zuzukommen. Die giftigen, differenzierungshemmenden Stoffe können noch besser nach Extraktion mit Äthyläther aus ganzen, SO_4''-frei gezüchteten Kulturen nachgewiesen werden (unpublizierte Versuche d. Verf.). Auch hier wird, wie vielfach in Geweben anderer Organismen, eine Phenosulfatase gefunden (5). Wir haben also Anlaß zu vermuten, daß es sich hier um eine Veresterung von organischen Hydroxylgruppen in giftigen Intermediärprodukten handelt. Ob diese mit dem Eiweißstoffwechsel, wie für Säugetiere angenommen wird, oder mit anderen Vorgängen in Zusammenhang steht, muß dahingestellt bleiben. Man könnte hier noch an Intermediärprodukte bei der Bildung des Pigmentes Echinochrom denken, das nach neueren Untersuchungen (27) ein Naphtochinonderivat darstellt. — Auffallend ist das gleichzeitige Einsetzen des SO_4''-Bedürfnisses mit dem Knick der Atmungskurve kurz vor dem Einwandern der Skelettbildner. Dies, sowie die Beobachtung, daß das vegetative Keimgebiet in diesem Stadium ein viel stärkeres Reduktionsvermögen gegen Redoxindikatoren erwirbt (28), spricht dafür, daß neue Stoffwechselprozesse zu diesem Zeitpunkt in Gang gesetzt werden.

Eine Lokalisation der das SO_4''-Bedürfnis bedingenden Stoffwechselvorgänge auf die vegetativen Keimteile ist aus den allgemeinen Zügen der durch SO_4''-Mangel bewirkten Störungen ersichtlich. Weitere Aufschlüsse ergeben SO_4''-Mangel ausgesetzte isolierte animale und vegetative Hälften (26). Die animalen Hälften verhalten sich hier genau wie in normalem Meerwasser und sind also nicht der Bildung derartiger giftiger Intermediärprodukte fähig. Diese Behauptung darf jedoch nicht auf eine animale Hälfte in ihrem normalen Zusammenhang ausgedehnt werden. Wir können indessen schließen, daß die giftigen Stoffe weder in dem normalen noch in dem vergrößerten Wimperschopf gebildet werden. Da die Vergrößerung des Wimperschopfes in den isolierten animalen Hälften in SO_4''-freiem wie in normalem Meerwasser gleich ausfällt, müssen die diesem Vorgang zugrunde liegenden Prozesse schon abgelaufen sein, ehe die Bildung der giftigen Stoffe einsetzt. Wird nämlich die Animalisierung in den isolierten animalen Hälften durch eine schwache Li^{+}-Konzentration zurückgehalten, so tritt bei SO_4''-Mangel die Bildung der giftigen Stoffe auf (26). Da das Entoderm hier fehlt, kann also dieser Vorgang auch in dem vegetativen Ektoderm vor sich gehen, wenn auch in geringerem Maße. Hierauf deuten auch Ergebnisse an durch Vorbehandlung mäßig animalisierten, darmlosen Keimen. Besonders wird die Streckung des Oralfeldes hier betroffen, was für einen Unterschied zwischen Ventral- und Dorsalseite hinsichtlich dieser Stoffwechselvorgänge spricht.

Die isolierten vegetativen Hälften werden in SO_4''-freiem Meerwasser noch viel stärker angegriffen als das entsprechende Material in normalem Zusammenhang mit der animalen Hälfte. (26). Dies wurde damit erklärt, daß im Ganzkeim die giftigen Stoffe aus dem vegetativen in das animale Material fortdiffundieren. Ein anderer sicher auch mitwirkender Faktor liegt in dem Verhalten des

vegetativen Materials, das als isolierte vegetative Hälfte einen mehr vegetativen Charakter als im normalen Zusammenhang mit der animalen Hälfte zeigt (s. oben S. 674). — Durch geeignete Behandlung können isolierte animale Hälften mit Li^{+} zur Entodermbildung gebracht werden (29). Das Entoderm verhält sich in diesem Fall bei SO_4''-Mangel genau so wie das Entoderm eines normalen Ganzkeimes (26). Damit ist festgestellt worden, daß die Stoffwechselvorgänge, die zur Bildung dieser Intermediärprodukte führen, nicht an ein bestimmtes Material, sondern an eine gewisse Determination und Differenzierung gebunden sind. Diese Vorgänge spielen somit keine Rolle für die Ausbildung des vegetativen Prinzips, sondern sind von diesem bedingt und fallen in großen Zügen mit seiner Ausbreitung zusammen. Das Einsetzen der Bildung der giftigen Produkte in Abwesenheit von SO_4-Ionen zu einem viel späteren Zeitpunkt, als die morphogenetischen Wirkungen des vegetativen Prinzips in Transplantations- und Isolierungsversuchen zum Ausdruck kommen, spricht auch hierfür.

Zur Lokalisation einiger Stoffwechselvorgänge.

Mit mikrurgischer Technik durchgeführte Untersuchungen konnten die räumliche Verteilung des animalen und vegetativen Prinzips demonstrieren. Der Lokalisierung irgendwelcher Stoffwechselvorgänge stehen jedoch in einem Objekt von etwa 80 μ Durchmesser große methodische Schwierigkeiten entgegen. Durch vitale Anfärbung mit geeigneten Redoxindikatoren und nachfolgende Reduktion unter anaeroben Verhältnissen ist es gelungen, Gebiete verschiedenen Reduktionsvermögens festzustellen. In Ovozyten, unbefruchteten Eiern und verschiedenen Entwicklungsstadien bis zum frühen Blastulastadium erfolgt nach CHILD (28) die Reduktion am schnellsten im Bereiche des animalen Pols und nimmt von hier vegetativwärts ab. Kurz vor dem Einwandern der Skelettbildner entsteht ein zweiter Bezirk schneller Reduktion, und zwar vom vegetativen Pol ab an Schnelligkeit abnehmend. Diese zwei Reduktionsgradienten bestehen dann bis in das Prismastadium, wo durch die Anlage von Stomodäum und Fortsätzen das Gradientenmuster komplizierter wird. Auffällig ist das gleichzeitige Auftreten des vegetativen Reduktionsgradienten mit dem Beginn der Bildung der normalerweise durch SO_4-Ionen entgifteten Intermediärprodukte. Unter der Einwirkung von Li^{+} sollen die beiden Reduktionsgradienten ganz oder teilweise verwischt oder sogar invertiert werden.

Die Ausdehnung des animalen Reduktionsgradienten soll im Blastulastadium in engster Beziehung zu der Größe des künftigen Ektoderms stehen und mit dieser unter experimentellen Bedingungen parallel variieren (30). Durch Benutzung verschiedener rH-Indikatoren soll sogar ein Grenzwert des Oxydoreduktionspotentials bestimmt werden können, das präsumptives Ento- und Ektoderm trennt.

Quantitative Messungen an verschiedenen Teilen des Seeigeleies sind erst durch die hervorragenden Mikromethoden von LINDERSTRÖM-LANG und HOLTER möglich geworden. So ergeben Atmungsmessungen mit Hilfe der Tauchermethode von LINDERSTRÖM-LANG die gleiche Atmung für isolierte animale und vegetative Hälften, sowohl in der 7—9-Stundenperiode wie später 12 und 28 Stunden nach der Befruchtung (31). Dieses Ergebnis bedeutet zunächst, daß die Auffassung CHILD's, daß ein Atmungsgradient mit höchster Intensität am animalen Pol die Grundlage der Determination bilde, nicht stichhaltig ist. Aus technischen Gründen sind Atmungsmessungen an vegetativen und animalen Hälften kurz nach der Befruchtung nicht möglich. Obwohl die Atmungsintensität in dem 7—9-Stundenstadium der beiden Hälften gleich ist, könnte sie kurz nach der Befruchtung verschieden sein, wenn nämlich der wachsende Atmungsanteil hauptsächlich auf die animale Hälfte begrenzt wäre. Gegen eine derartige Lokalisation spricht aber die gleich große Hemmung bzw. Aktivierung der Atmung in den beiden Hälften durch Li^{+} [1]), Glyzerinaldehyd, bzw. Pyocyanin. Obwohl die mit dem Knick kurz vor dem Einwandern der Skelettbildner einsetzende Zunahme der Atmung gleichzeitig mit dem vegetativen Reduktionsgradienten auftritt, scheint auch sie nicht auf eine der beiden Eihälften konzentriert zu sein. Diese zeigen nämlich den gleichen O_2-Verbrauch sowohl 12 als 14 Stunden nach der Befruchtung (31). Es macht also den Eindruck, als ob nicht die reduzierenden, substrataktivierenden Systeme im Keim die Größe des O_2-Verbrauches bestimmten und als ob der begrenzende Faktor eher in dem „O_2-überführenden System" zu suchen wäre. Ähnliche Verhältnisse scheinen auch in dem Amphibienkeim vorzuliegen, wo die gefundenen Unterschiede in der Atmungsintensität zwischen verschiedenen Keimbezirken bei weitem nicht dieselbe Größenordnung erreichen wie die der anaeroben Glykolyse.

Auch der Gehalt an Dipeptidase ist sowohl für frühe Furchungsstadien wie für Blastulae und Plutei derselbe in dem animalen und in dem vegetativen Material (32, auch für Literatur). Im Laufe der Entwicklung konnte auch keine Veränderung in der Peptidasemenge entdeckt werden.

Es ist somit offensichtlich, daß eine Lokalisation irgendwelcher den animalen bzw. vegetativen Prinzipien zugrunde liegender Stoffwechselvorgänge bis jetzt noch nicht gelungen ist.

Die Determination der Dorsoventralachse.

Wird ein sich furchendes Seeigelei meridional zerteilt, so differenzieren sich die erhaltenen Fragmente — sogar Achtel-Fragmente — dorsoventral. Dies zeigt, daß die Determination der Dorsoven-

[1]) Die Li^{+}-Versuche sind hier weniger beweiskräftig, da die Messungen erst nach dem Abschluß der exponentiellen Zunahme der Atmung ausgeführt wurden, wo die unspezifische, späte Hemmung eingesetzt hat.

tralachse in diesem Stadium sehr labil ist und daß jeder Teil des Umkreises zur Ventralseite bzw. Dorsalseite werden kann. Was bedingt nun im normalen Ganzkeim das schließliche Vorhandensein von nur einer Ventralseite? Über diese Frage geben zur Zeit einige Experimente Aufschluß. Es hat sich herausgestellt, daß Eier, die vor der Befruchtung durch eine enge Kapillare getrieben werden und eine langgestreckte Form während der Entwicklung behalten, zwei Ventralseiten (Oralfelder), eine an jedem Ende, ausdifferenzieren können (33). Aus diesem Befund geht hervor, daß eine Ventralseite die Entstehung anderer Ventralseiten in demselben Keim verhindert, welche Schlußfolgerung auch durch Schnürungsversuche (34) bestätigt worden ist. Wird ein gewisser Abstand zwischen den verschiedenen Keimteilen überschritten oder wird der Kontakt zwischen diesen durch eine Einschnürung stark vermindert, so kann sich diese Hemmungswirkung der Ventralseite nicht geltend machen.

Gewisse Tatsachen deuten darauf hin, daß die Ventralseite unabhängig von der Eintrittsstelle (9) des Spermiums und durch gewisse lokale kolloidchemische Verhältnisse der Rinde bedingt ist (35). Sie dürfte in irgendeiner Weise im Verhältnis zu anderen Teilen des Eies begünstigt und ihnen deswegen überlegen sein, wie auch Versuche mit gestreckten Eiern schließen lassen (33). Hier wird das bei der Passage durch die Kapillare vorangehende Ende des Eies zur Ventralseite. Wurde dieses Ende aber durch sehr starke Färbung mit Nilblausulfat vergiftet, so wird das andere Ende des Eies, das jetzt relativ begünstigt ist, zur Ventralseite. Hieraus folgt, daß wir das bei der Streckung vorangehende Ende als durch diese Behandlung irgendwie begünstigt betrachten müssen. Hier findet bei der Streckung eine sehr starke Dehnung der Rindenschicht statt (32), und wir wissen jetzt, daß die Dehnung der Eier infolge von Streckung bei Zentrifugierung eine Aktivitätserhöhung sowohl der Indophenolblauoxydase (36) wie auch des natürlichen Dehydrasesystems (37) mit sich führt. Eine höhere Atmung bei gestreckten als bei normalen befruchteten Eiern konnte allerdings nicht festgestellt werden (unpublizierte Versuche zusammen mit H. HOLTER).

Auch durch Zentrifugierung ist es möglich, die Lage der Ventralseite und somit die Richtung der Dorsoventralachse zu beeinflussen (38, 33, 39). Es scheint, daß hierbei die geformten, in einem Teil des Eies zusammengeschleuderten Plasmaeinschlüsse eine entscheidende Rolle spielen; die Ventralseite entsteht dann in diesem Gebiet oder in dessen Nähe. Man kann sich des Eindruckes nicht erwehren, daß die normalerweise die Lokalisation der Ventralseite bedingenden Verhältnisse auch hierbei in vielen Fällen mitspielen (33), so daß die geschleuderten Einschlüsse nicht der einzige lokalisierend wirkende Faktor sind[1]). Messungen an durch Zentrifugieren zerteilten Eiern geben eine höhere Dehydraseaktivität für die zentrifugalen als für die zentripetalen Fragmente und führten zu der Schlußfolgerung, daß das Dehydrasesystem zum Teil an die zentripetal geschleuderten Einschlüsse gebunden ist (37). Atmungsmessungen an befruchteten Fragmenten hatten einen in entgegengesetzter Richtung gehenden Unterschied ergeben, der aber zu klein ist, um statistisch gesichert zu sein.

Es eröffnen sich also hier gewisse Möglichkeiten, die lokale, experimentell bedingte Begünstigung, die zur Ausbildung der Ventralseite eben an einer gewissen Stelle führt, in Beziehung zu Veränderungen des Stoffwechsels zu setzen.

Ein weiteres Ergebnis findet durch die Fähigkeit der Ventralseite, die Entstehung anderer Ventralseiten zu unterdrücken, eine natürliche Erklärung. Werden Meridionalhälften des 2—32-Zellenstadiums isoliert, so findet, wenn der Schnitt frontal gelegen ist, eine Umkehrung der dorsoventralen Achse in dem dorsalen Fragment statt. Die Ventralseite kommt also hier auf den Platz der ursprünglichen Dorsalseite zu liegen und wird außerdem viel später als in dem ventralen Fragment ausdifferenziert. In dem Ganzkeim stellt dieses Gebiet den Teil dar, der am wenigsten den von der Ventralseite ausgehenden Hemmungswirkungen ausgesetzt worden ist.

Viele Tatsachen zeigen, daß eine enge Beziehung zwischen der Entstehung der Ventralseite und den animalen und vegetativen Prinzipien besteht. So wird die Größe der ventralen Differenzierungen des Ektoderms, das Flimmerband und das Oralfeld, von der animal-vegetativen Abstimmung bedingt; in animalisierten Keimen nehmen sie auf Kosten des Scheitels zu, in vegetativisierten dagegen umgekehrt ab. Aus gewissen Streckungsversuchen (33, 5) konnte LINDAHL schließen, daß ein Zusammenwirken animaler und vegetativer Qualitäten notwendig ist für die Entstehung der organisierend wirkenden präsumptiven Ventralseite. Hierzu bilden die Isolierungsversuche von HÖRSTADIUS (7) eine gute Ergänzung: Die extremsten animalen und vegetativen Fragmente entwickeln sich zu radiärsymmetrischen Gebilden. Werden sie aber in einem Keim vereinigt, so tritt bilaterale Organisation auf.

Es fehlt nicht an hypothetischen Versuchen, die Entstehung der dorsoventralen Organisation in Beziehung zu den animalen und vegetativen Prinzipien zu setzen. Einerseits wird ein schräger Verlauf des vegetativen Gefälles vorgeschlagen (4, 40), wodurch die künftige Ventralseite mehr vegetativ als die Dorsalseite wird, andererseits wird die Möglichkeit erwogen, daß die *beiden* Prin-

[1]) Dies führt PEASE zu der Aufstellung der Hypothese, daß die Ventralseite in dem normalen Ei von einem kortikalen ventralen Gefälle, das mit einem im Inneren diffus verbreiteten „Substrat" zusammenwirkt, determiniert wird. Im zentrifugierten Ei soll die Ventralseite da entstehen, wo diese beiden Faktoren in höchster Intensität zusammentreffen.

zipien auf der ventralen Seite in höherer Intensität zur Auswirkung kommen als auf der dorsalen (33, 5). Letzteres könnte durch günstigere Diffusionsbedingungen für spezifisch wirkende Stoffe durch besondere kolloidchemische Strukturverhältnisse auf der Ventralseite bedingt sein[1]). Für die beiden Hypothesen werden Beobachtungen an vegetativisierten, geschnürten und gestreckten Keimen als Stütze angeführt. Eine experimentelle Prüfung durch mikrurgische Versuche scheint mir nur für die erste Hypothese möglich. Die bis jetzt ausgeführten Experimente (7) zeigen kein höheres Hinaufreichen der vegetativen Eigenschaften ventral als dorsal in dem normalen Keim.

Die Unentbehrlichkeit des Zusammenwirkens der beiden Prinzipien für die Entstehung der dorsoventralen Organisation steht fest. Es ist dagegen fraglich, ob nicht das Vorhandensein der vegetativen wie der animalen Eigenschaften in höherer Intensität auf der ventralen als auf der dorsalen Seite eher eine Folge als eine Bedingung der dorsoventralen Organisation darstellt. Gewisse Fälle, wo große lokale Diskontinuitäten in den „morphogenetischen Gefällen" durch experimentelle Eingriffe gesetzt worden sind, ohne daß hierdurch die Ventralseite determiniert wird (7), sprechen dafür, daß diese Verhältnisse nicht allein entscheidend sein können, obwohl sie eine gewisse Rolle spielen. Einstweilen scheint die Annahme einer „begünstigten" Stelle — in gestreckten Eiern das gedehnte Ende, in Fragmenten und durch Transplantation erhaltenen Keimen die präsumptive Ventralseite — hier eine ausreichende Erklärungsmöglichkeit zu geben.

Auch für die Asymmetrieachse herrschen offenbar ähnliche Verhältnisse wie für die Dorsoventralachse: Es handelt sich auch hier um eine ungleichpolige Achse, die Links-Rechtsachse, die zur Hauptachse des radiärsymmetrischen Seeigels wird. Seine beiden Pole sind der Ausbildung eines Hydrocöls fähig. Die Polarität der Achse wird dadurch bestimmt, daß die eine Seite, die offenbar in irgendeiner Weise begünstigt ist — in der Normalentwicklung die linke — die Ausbildung eines Hydrocöls an der anderen Seite unterdrückt (34). Es besteht jedoch der große Unterschied, daß die Dorsoventralachse in jede Meridianebene fallen kann, wohingegen die *Richtung* der Asymmetrieachse durch die Festlegung der Dorsoventralachse determiniert ist.

Als Abschluß der hier gegebenen Übersicht möchte ich die wiederholt in der Analyse der Seeigelentwicklung auftretende Gesetzmäßigkeit hervorheben, die in einer von gewissen Bezirken ausgehenden Unterdrückung gleichnamiger Entwicklungstendenzen besteht (die „polare Dominanz", die Unterdrückung der Tendenz zur Ausbildung von Ventralseiten, die Unterdrückung der Entstehung eines zweiten Hydrocöls) und zu einer fortschreitenden Potenzeinschränkung führt.

[1]) Tatsächlich verhalten sich auch die Plasmakolloide der Ventralseite anders als die der Dorsalseite (3, 35).

Literatur.

(1) J. NEEDHAM, Ann. Rev. Physiol. 1, 63 (1939). — (2) C. M. CHILD, J. Morph. a. Physiol. 28, 65 (1916) — Biol. Bull. 30, 391 (1916). — (3) J. RUNNSTRÖM, Pubbl. Staz. zool. Napoli 6, 1 (1925). — (4) J. RUNNSTRÖM, Arch. Entw.mechan. 113, 556 (1928); 117, 123 (1929); 124, 273 (1931). — (5) P. E. LINDAHL, Acta zool. (Stockh.) 17, 179 (1936). — (6) S. HÖRSTADIUS, Pubbl. Staz. zool. Napoli 14, 251 (1935). — (7) S. HÖRSTADIUS, Biol. Rev. 18, 132 (1939). — (8) J. RUNNSTRÖM, Acta zool. (Stockh.) 9, 365 (1928). — (9) S. HÖRSTADIUS, Acta zool. (Stockh.) 9, 1 (1928). — (10) L. v. UBISCH, Arch. Entw.mechan. 134, 599 (1936). — (11) C. M. CHILD, Physiologic. Zoöl. 13, 4 (1940). — (12) O. WARBURG, Arch. ges. Physiol. 160, 324 (1915). — (13) J. GRAY, Brit. J. exper. Biol. 4, 313 (1927). — (14) P. E. LINDAHL u. L. O. ÖHMAN, Biol. Zbl. 58, 179 (1938). — (15) P. E. LINDAHL, Z. vergl. Physiol. 27, 233 (1939). — (16) H. LEHMANN and J. NEEDHAM, Enzymologia 5, 95 (1938). — (17) L. O. ÖHMAN, Arch. Zool. 32A, Nr 15 (1940). — (18) B. EPHRUSSI et L. RAPKINE, Anal. physiol. et physicochimie biol. 3, 386 (1928) — F. R. HAYES, Biol. Bull. 78, 267 (1938). — (19) J. RUNNSTRÖM, Biol. Bull. 68, 378 (1935). — (20) P. E. LINDAHL, Arch. Entw.mechan. 140, 168 (1940). — (21) S. HÖRSTADIUS, Arch. Entw.mechan. 135, 1 (1936). — (22) S. HÖRSTADIUS u. S. STRÖMBERG, Arch. Entw.mechan. 140, 168 (1940). — (23) J. RUNNSTRÖM u. D. THÖRNBLOM, Naturwiss. 24, 447 (1936). — (24) J. NEEDHAM and D. NEEDHAM, J. exper. Biol. 17, 147 (1940). — (25) V. SCHECHTER, Biol. Bull. 72, 366 (1937). — (26) P. E. LINDAHL u. Å. STORDAL, Arch. Entw.mechan. 136, 44 (1937). — (27) R. KUHN u. K. WALLENFELS, Ber. dtsch. chem. Ges. 72, 4007 (1939). — (28) C. M. CHILD, Arch. Entw.mechan. 135, 426 (1936). — (29) L. v. UBISCH, Z. wiss. Zool. 124, 469 (1925). — (30) S. RANZI u. M. FALKENHEIM, Pubbl. Staz. Zool. Napoli 16, 436 (1937); S. RANZI, Arch. Zool. Ital. 26, 427 (1939). — (31) P. E. LINDAHL u. H. HOLTER, C. r. Trav. Labor. Carlsberg, Sér. Chim. 23, 257 (1940). — (32) H. HOLTER u. P. E. LINDAHL, C. r. Trav. Labor. Carlsberg, Sér. chim. 23, 249 (1940). — (33) P. E. LINDAHL, Arch. Entw.mechan. 127, 300 und 323 (1932). — (34) S. HÖRSTADIUS, Arch. Entw.-mechan. 138, 197 (1938). — (35) M. FOERSTER et Å. ÖRSTRÖM, Trav. Stat. biol. Roscoff 11, 63 (1933). — (36) H. E. NAVEZ and E. B. HARVEY, Biol. Bull. 69, 342 (1935). — (37) R. BALLENTINE, J. Cell. comp. physiol. 16, 39 (1940). — (38) J. RUNNSTRÖM, Arch. Zool. A 18, Nr 4 (1925). — (39) D. PEASE, J. of exper. Zoöl. 80, 225 (1939). — (40) W. SCHLEIP, Die Determination der Primitiventwicklung. Leipzig 1929).

Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Das Spektrum des Ro-Sternes H.D. 182040.

Im Hinblick auf die Klassifikation der Sterne nach ihren Spektren sowie im Zusammenhang mit der Frage nach der Energieerzeugung im Sterninnern, ist in der Astrophysik das Problem der Konstanz bzw. Veränderlichkeit der chemischen Zusammensetzung der Sternatmosphären in den letzten Jahren stark in den Vordergrund gerückt. Bei der Durchsicht publizierter Spektren im Laufe einer theoretischen Untersuchung über die Beziehungen zwischen den beiden verwandten Spektralklassen R und N ist Verfasser auf einen Stern gestoßen, der zweifellos innerhalb seiner Klasse wie auch allgemein in der Hinsicht auf die bekannte Häufigkeit des Wasserstoffes eine Ausnahmestellung einnimmt und auf den hier hingewiesen werden soll. Es handelt sich um einen Ro-Stern mit der Harvard-Durchmusterungsnummer H. D. 182040. Ein Spektrum dieses Sternes von mittlerer Dispersion (47 A/mm bei λ 4500), an dem diese Sonderheit deutlich in Erscheinung tritt, ist von W. C. Rufus[1]) vor längerer Zeit in einer Tafel publiziert worden. In den Erläuterungen zu den reproduzierten Spektren des Bandes wird ausdrücklich auf die von anderen Sternen der Klasse abweichenden Züge bei H. D. 182040 hingewiesen, die demnach nicht bei dem Reproduktionsverfahren entstanden sind (s. S. 184). Die genannte Tafel ist hier in Fig. 1 im Ausschnitt wiedergegeben, der Stern H. D. 182040 befindet sich an vierter Stelle.

Charakteristisch für die Spektren der Klasse R sind in dem in Fig. 1 umfaßten Wellenlängengebiet die Banden der zweiatomigen Kohleverbindungen C_2 (λ 4736, 4383), CH (λ 4315) und CN (λ 4216). Die Gesamtheit der Sterne der Klasse R ist nach fallender Temperatur und Zunahme der CN- und C_2-Absorption in 10 Unterklassen R 0—R 9 eingeteilt. Die Oberflächentemperatur liegt bei der ersten Unterklasse R 0 in der Höhe von 4400—4600° oder noch ein wenig höher, am Ende der Sequenz R 8, R 9 um 2500°. Ein Vergleich der Spektren von H. D. 156074 und

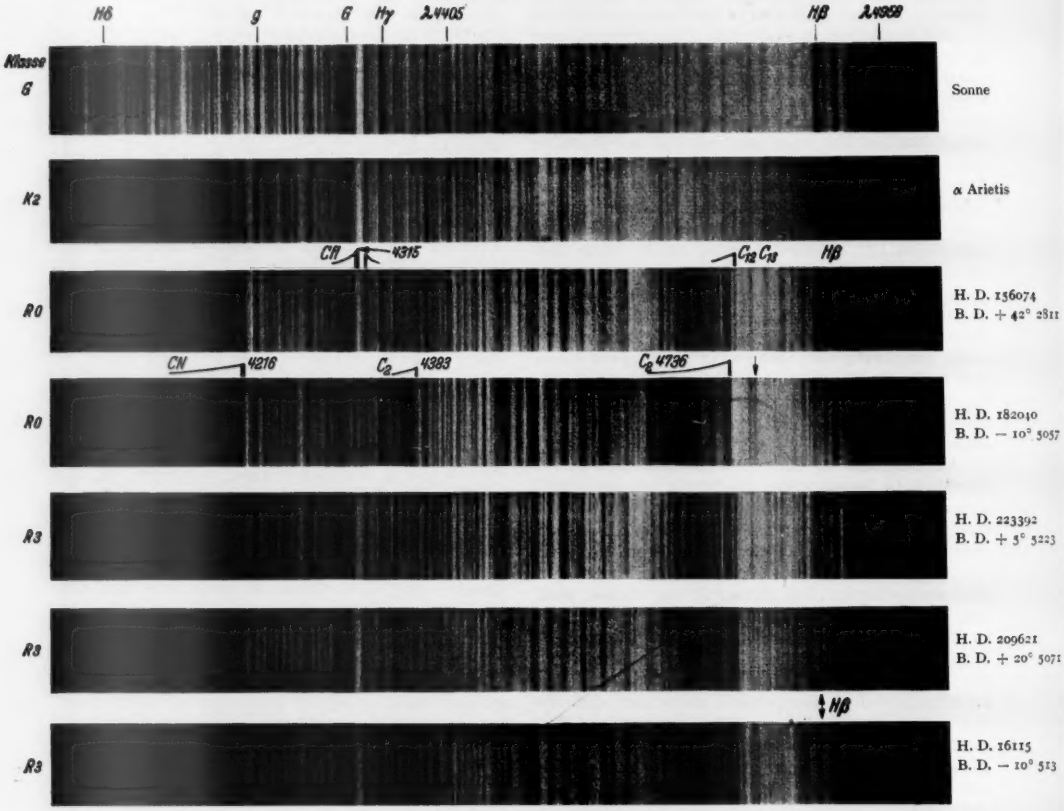


Fig. 1.

H. D. 182040 läßt nun auf den ersten Blick erkennen, daß die CH-Bande bei λ 4315 (G-Bande), die sonst in allen R-Spektren vorhanden ist, in H. D. 182040 fehlt und dafür sowohl die CN- wie die C_2-Banden an Intensität gewonnen haben. Sehr bezeichnend ist das gleichzeitige Verschwinden von Hβ. Nach den Ausmessungen der Spektren von 11 Sternen der Klasse R durch Rufus ist H. D. 182040 der einzige Stern, bei dem das G-Band und Hβ vollständig fehlen. Eine Durchmusterung der gemessenen Linien in H. D. 156074 und H. D. 182040 zeigt, was auch ganz roh bei einem Blick in die Tafel erkenntlich wird, daß beide Objekte, abgesehen von den Bandengebieten, sonst weitgehend im Spektrum über-

einstimmen. Eine Ausnahme macht möglicherweise die schwache, in der Fig. 1 durch einen Pfeil angedeutete Linie, deren Wellenlänge von RUFUS zu λ 4771.37 angegeben ist, und die in H. D. 157074 und den anderen R-Sternen nicht gemessen wurde. Innerhalb der von RUFUS erreichten Genauigkeit in der Wellenlängenermittlung in diesem Gebiet stimmt diese Linie mit der stärksten im Sichtbaren zu erwartenden Kohlelinie λ 4771.71 (Anreg. Pot. 7 Volt) überein. Verfasser möchte diese Identifizierung ohne eine weitere Prüfung an Originalaufnahmen zunächst jedoch nur mit Vorbehalt vorbringen.

Läßt man für H. D. 182040 selbst große Abweichungen in bezug auf Temperatur oder Druck von den übrigen R o bis R 3-Sternen zu, so bleibt das Verschwinden der G-Bande bei Erhaltung bzw. Verstärkung der CN- und C_2-Absorption ganz unverständlich, solange man an einer identischen chemischen Komposition festhält. Nach Ausweis der Spektren von 22 Objekten der Klasse R ist nach SHANE[2]) eine kräftige CH-Absorption ein charakteristisches Merkmal bei der Menge der R-Sterne. Auf Grund der Theorie der Dissoziationsgleichgewichte ist zwar für tiefere Temperaturen am Ende der R-Sequenz mit einer merklichen Schwächung der CH-Konzentration in den Sternatmosphären zu erwarten, da die Reaktion

$$2\,CH \rightarrow C_2 + H_2$$

mit etwa einem Volt exotherm ist; es ist jedoch nach dem Spektrum ganz unmöglich, den Stern an das Ende der R-Sequenz zu stellen, ganz abgesehen davon, daß selbst hier die CH-Absorption noch nicht verschwindet. Seiner Oberflächentemperatur nach gehört der Stern ohne Zweifel, wie derselbe auch sowohl von RUFUS wie von SHANE eingeordnet ist, an die Spitze der Klasse. In diesem Temperaturgebiet ist bei Druck- und Temperaturvariationen nach höheren oder niedrigeren Werten hin zu erwarten, daß sich bei gleichbleibender chemischer Komposition die Intensitäten der CN-, C_2- und CH-Banden in gleichem Sinne ändern. Für das Verschwinden des CH-Bandes sieht Verfasser keine andere Erklärungsmöglichkeit als die einer starken Abnahme der Häufigkeit des Wasserstoffs in bezug auf Kohle (und evtl. Stickstoff) in der Atmosphäre von H. D. 182040. Das gleichzeitige Verschwinden von H kann als eine Stütze für diese Deutung gelten.

Das Verhältnis der Klasse R (und der verwandten noch kühleren Klasse N) zu den übrigen Sternen (K, M, S) desselben Temperaturintervalls (4500—1500°), bei welchen man in erster Linie Absorptionsbanden von Metalloxyden (TiO, ZrO, ScO) beobachtet, ist vor einigen Jahren von ROSENFELD[3]) und fast gleichzeitig von H. N. RUSSELL[3]) dahin gedeutet worden, daß in deren Atmosphären Kohle im Überschuß gegenüber Sauerstoff vorhanden ist, ganz im Gegensatz zu den Verhältnissen bei den K-, M- und S-Sternen, bei denen der Sauerstoff im Überschuß gegenüber Kohle vorliegt. Bei den sog. Sauerstoffsternen (K, M, S) wird bei fallender Temperatur die Bildung der Verbindungen CN, C_2 und CH dadurch praktisch vollständig unterdrückt, daß auf Grund der relativ großen Bindungsenergie des CO-Moleküls der vorhandene Kohlenstoff für die Bildung dieser Verbindung restlos aufgebracht wird. Infolge eines Überschusses an Sauerstoff ist über das Kohlenmonoxyd hinaus noch die Möglichkeit zur Bildung der schwächer gebundenen Metalloxyde gegeben.

Numerische Durchrechnungen des Dissoziationsgleichgewichtes für die Klasse R für verschiedene Häufigkeitsverhältnisse von H, C und N und ein Vergleich mit den Bandenintensitäten, sprechen dafür, daß das Häufigkeitsverhältnis von H:C und N wesentlich kleiner ist als in der Sauerstoffreihe. Dies folgt ebenfalls unmittelbar aus einem Vergleich der Bandenintensitäten der genannten Moleküle in den Spektren der ersten Unterklassen von K mit denen der ersten Unterklassen von R, die in dasselbe Temperaturintervall fallen. Bei den Temperaturen dieser Klassen ($T \sim 4500°$) ist die Molekülbildung selbst für die Moleküle mit relativ hohen Bindungsenergien (CO, N_2, CN) noch so schwach, daß man die Partialdichten ν_H, ν_N, ν_C der freien Atome praktisch noch gleich den Gesamtzahlen ν'_H, ν'_N, ν'_C der pro Volumeneinheit überhaupt enthaltenen Atome setzen kann. Die relativen Konzentrationen der Verbindungen sind somit unmittelbar aus den einfachen Gleichgewichtsformeln $\frac{\nu_C \cdot \nu_H}{K_{CH}} = \nu_{CH}$, $\frac{\nu_C \cdot \nu_N}{K_{CN}} = \nu_{CN}$ usw. (K gleich der Dissoziationskonstanten) zu errechnen, die also bei gleicher chemischer Zusammensetzung in bezug auf H, N und C in K und R o—R 3 gleich werden. Die beiden Typen sollten in diesem Temperaturintervall bei gleichem H-, N- und C-Gehalt an den Bandenintensitäten somit überhaupt nicht unterscheidbar sein. Die Tatsache, daß sich die R-Typen von den frühen K-Sternen aber durch eine höhere Intensität der CN- und C_2-Banden deutlich abheben, muß als ein Beweis für eine höhere Häufigkeit zumindest des Kohlenstoffs in R betrachtet werden. Aus dem Verhalten der CN- und C_2-Banden am Ende der R-Sequenz ist weiter zu schließen, was hier nicht näher auseinandergesetzt werden soll, daß die Häufigkeit von Stickstoff mindestens gleich der Häufigkeit der Kohle gesetzt werden muß. Für das Verhältnis H:C scheint am besten ein Wert von 10^1 bis $10^{1.5}$ mit den Beobachtungen verträglich.

In welchem Maße beim Übergang von H. D. 156074 zu H. D. 182040 eine Verminderung des relativen Wasserstoffgehaltes eintritt, läßt sich ohne genauere Messungen an Originalaufnahmen natürlich nicht angeben. Das zu beobachtende vollständige Unsichtbarwerden einer kräftigen Bande läßt jedoch vermuten, daß dieser Rückgang einem Faktor 10 mindestens nahe kommt, und es erscheint somit nicht ausgeschlossen, daß in H. D. 182040 die Häufigkeit des Wasserstoffs auf die von Stickstoff und Kohlenstoff oder gar darunter herabgesunken ist. Gewisse Streuungen in den relativen Bandenintensitäten der Verbindungen CN, C_2 und CH, die man allgemein innerhalb der einzelnen Unterklassen von R beobachtet, lassen vermuten, daß H. D. 182040 in bezug auf die niedrige Wasserstoffhäufigkeit nicht eigentlich einen Ausnahme-, sondern nur einen Extremfall darstellt, und daß die Klasse R Objekte sehr verschiedenen Wasserstoffgehaltes umfaßt.

Potsdam, Astrophys. Observatorium, den 24. September 1941. K. WURM.

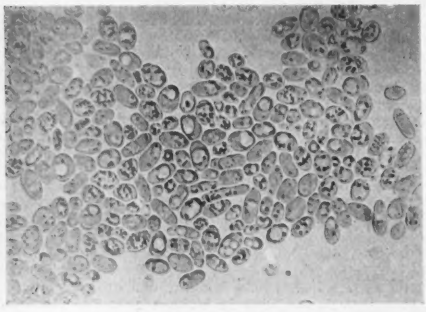
[1]) Publ. Astron. Obs. Univ. of Michigan **2**, 103 (1916).
[2]) C. D. SHANE, Lick Obs. Bull. **13**, 123 (1928).
[3]) Monthly Nat. **93**, 729 (1933) — Astrophys. J. **79**, S. 317 (1934).

Experimentell erzeugte Polyploidreihen bei der Hefe.

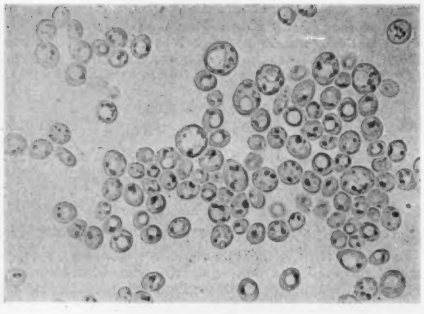
In einem vorhergehenden Bericht (Naturwiss. 1941, 503) konnte mitgeteilt werden, daß sich die Einwirkung von Campherdämpfen in bestimmter Dosierung als ein besonders wirksames Mittel erwiesen hatte, um bei der Hefe Mutationen der verschiedensten Art experimentell auszulösen. Der Campher wirkt dabei in ähnlicher Weise wie das bei Blütenpflanzen neuerdings viel verwendete Colchicin als karyoklastischer Stoff, der die Kernteilung stört und dabei chromosomale Aberrationen verschiedenster Art hervorruft. In der Zwischenzeit haben sich außer Campher verschiedene andere Substanzen als im gleichen Sinne für die Hefe wirksam erwiesen, von denen vor allem das α-Naphthylamin Bedeutung gewonnen hat. Unter den bereits früher erwähnten und den in der Zwischenzeit neu gezogenen Stämmen befindet sich eine Reihe von Aberranten, die sich gegenüber dem Ausgangsklon durch besondere Größe auszeichnen. Es ist nicht zu bezweifeln, daß es sich hierbei um Riesenwuchs handelt, der ähnlich wie bei den Blütenpflanzen auf Verdopplung der Chromosomen zurückzuführen ist.

Derartige, vermutlich also tetraploide Stämme wurden nun einer erneuten Einwirkung von Campherdämpfen ausgesetzt. In einigen Fällen gelang es erwartungsgemäß, aus diesen Stämmen neue Formen von noch größerem Zellvolumen zu erhalten. Die Figuren zeigen nebeneinander den Ausgangsklon, die tetraploide Mutante M 120 und die daraus erhaltene vergrößerte Mutante M 120/9. Die dargestellten Kulturen waren unter gleichen Außenbedingungen auf einer Agarplatte herangezogen. Die variationsstatistische Analyse der Zellvolumina zeigte, daß die Mittelwerte der Volumina dieser Stämme 180, 334 und 620 betragen. Die Volumina stehen also im Verhältnis *1:2:4* zueinander. Die Zahlenwerte liegen außerhalb der 3fachen mittleren Fehler, sind also variationsstatistisch einwandfrei gesichert. Zu den gleichen gesicherten Ergebnissen führte auch die Auswertung der jeweils kleinsten und größten Zellen dieser Stämme.

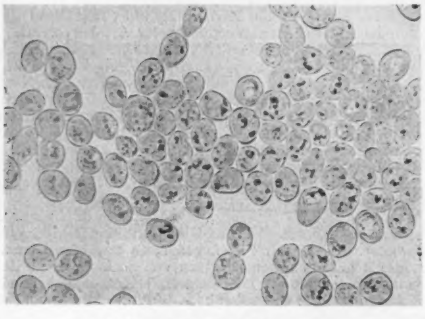
Obwohl die zytologische Analyse noch aussteht, kann man schon jetzt mit großer Wahrscheinlichkeit sagen, daß hier eine Polyploidreihe vorliegt, bei der die Chromosomenzahl des diploiden Ausgangsklones zum tetraploiden und octoploiden Bestand vermehrt worden ist. Die Tatsache, daß es möglich ist, derartige Polyploidreihen zu synthetisieren, weist darauf hin, daß der Kernteilungsmechanismus bei der Hefe im gleichen Sinne wie allgemein bei Pflanzen und Tieren abläuft, also auf mitotischem Wege und nicht in Form der Amitose, wie es gelegentlich von Untersuchern der Hefezytologie noch in letzten Jahren behauptet wurde. Es dürfte interessant sein, auch die Organismengrup pen mit anucleärem Bau, die Cyanophyceen und Bakterien, in gleicher Weise zu untersuchen.



1. Ausgangsklon.



2. Tetraploide Rasse M 120.



3. Octoploide Rasse M 120/9.

Fig. 1. Volumvergrößerung der Hefezellen. 500:1.

Die Hefe wurde bei diesen Untersuchungen bewußt in den Vordergrund des Interesses gestellt, weil sie wie kaum ein anderer Pilz in ihren physiologischen Auswirkungen von gärungsphysiologischer und biochemischer Seite weitgehend analysiert ist und weil die Methoden zu einer vergleichenden Analyse der physiologischen Leistungsfähigkeit bis ins einzelne ausgebaut sind. Die Überprüfung der Leistungsfähigkeit der neu entwickelten Stämme hat Herr Prof. FINK vom Institut für Gärungsgewebe in Berlin liebenswürdigerweise zugesagt. Es kann aber jetzt schon gesagt werden, daß sich die neuen Stämme nach 3wöchigem Wachstum in Anstellwürze ganz wesentlich im Geschmackscharakter der erzeugten Jungbiere unterscheiden. Vor allem liefert der erwähnte tetraploide Stamm M 120 einen sehr klaren und reinen Geschmack, der dem Pilsener Typ entspricht. Es besteht also begründete Aussicht, daß diese neuen Stämme auch für praktische Zwecke von Bedeutung werden können, und es ergeben sich auch für andere in der Gärungstechnik verwendete Organismen Möglichkeiten, sie nach züchterischen Gesichtspunkten zu behandeln und Stämme mit neuen Eigenschaften heranzuziehen.

Rostock, Botanisches Institut, den 1. Oktober 1941.

R. BAUCH.

Über den Grundvorgang des Polierens von Gläsern.

Die zunehmende Ausglättung einer Glasoberfläche kann auf mechanischem Wege durch immer feiner werdende Stoffabtragungen und durch amorph-plastische Stoffverschiebungen bewirkt werden. Für das Bestehen geringer Stoffverluste sprechen ältere Beobachtungsergebnisse über Gewichtsabnahmen während des Poliervorganges[1]). Die Frage nach der Beteiligung plastischer Stoffverschiebungen blieb dagegen unentschieden. Im Folgenden wird der Grundvorgang dieser Stoffwanderung durch einfache Modellversuche sichtbar gemacht, womit seine genauere Untersuchung bequem zugänglich geworden ist.

Die eingehende Prüfung normaler und angeätzter polierter Glasoberflächen ergab das Vorhandensein zahlreicher Spuren, die sich auf direkte Einwirkung der Körnchen des Poliermittels (Korngröße etwa 0,2—0,8 μ) zurückführen ließen. Die Entwicklung vieler derartiger, vorher unsichtbar gewesener „Polierkratzer" durch Anätzen zeigte, daß Polierflächen durch das Vorhandensein zahlloser Durchkreuzungen solcher Spuren zu kennzeichnen sind.

Die Herstellung geeigneter *Modellkratzer* auf bestpolierten Glasoberflächen gelang durch Benutzung besonders schwach belasteter Ritzwerkzeuge (Diamantspitzen, Saphirnadeln, stählerne Grammophonnadeln). Während höhere Belastungen die bekannten, in das Glasinnere reichenden Zerstörungen von der Art des Diamantschnittes liefern, die durch zahlreiche Bruchvorgänge bedingt sind, treten bei genügend kleinen Beanspruchungen *bruchfreie* „Auskehlungen" der Glasoberfläche auf. Diese Auskehlungen sind zumeist mehrspurig (Fig. 1) und zeigen in jeder Hinsicht das gleiche Verhalten wie die natürlichen, im allgemeinen viel schwächeren „Polierkratzer". Mittels eines von der Firma Carl Zeiss gebauten Mikroskop-Interferometers nach W. LINNIK[2]), das für die Untersuchung von Glasoberflächen in geeigneter Weise abgeändert wurde, konnte die größte Tiefe der Modellkratzer zu etwa 0,3 μ bestimmt werden. Das mikro-interferometrische Bild (Fig. 3) der stärkeren Spuren läßt erkennen, daß nicht zu seichte Auskehlungen beiderseits von wallartigen Erhöhungen begleitet sind; die Breite der Auskehlungen erstreckt sich bis zu etwa 0,5 μ.

Zur Nachahmung des Poliervorganges betrachten wir jetzt die *Kreuzungen zweier Modellkratzer*. Als Beispiel sei eine derartige Kreuzung zweier mit 300 g Nadelbelastung hergestellter Grammophonnadelkratzer auf einer bestpolierten Oberfläche des optischen Glases SF 2 im Abbildungsmaßstab 900:1 bei verschiedenen Untersuchungsarten vorgeführt. Fig. 1 zeigt die Kreuzungsstelle in Auflicht-Hellfeld-Beleuchtung, Fig. 2 in Durchlicht-Dunkelfeld-Beleuchtung; die Fig. 3 und 4 geben Interferenzaufnahmen der gleichen Kreuzung bei verschieden gewähltem Abstand der Interferenzstreifen wieder. Der in den Figuren lotrecht verlaufende Kratzer wurde zuerst gezogen und ist an der

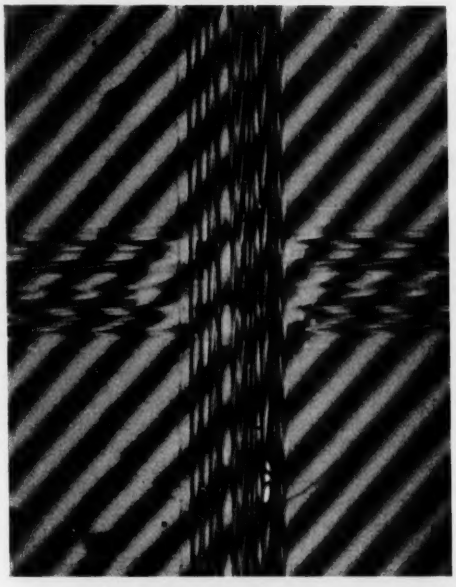


Fig. 3. Interferenzaufnahme der in den Fig. 1 und 2 gezeigten Kreuzung mit dem Mikroskopinterferometer nach W. Linnik. $\lambda = 546$ mμ. 900:1.

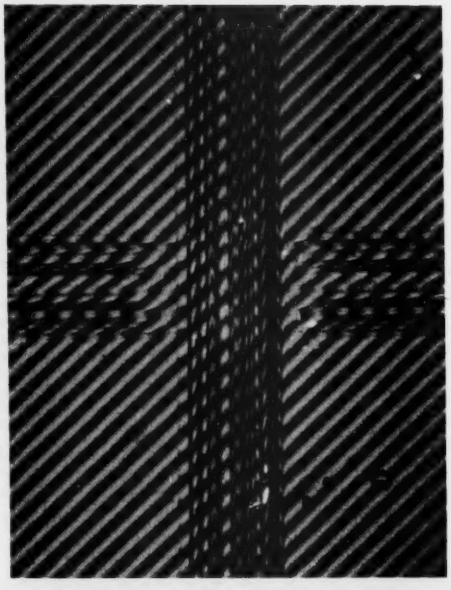


Fig. 4. Interferenzaufnahme der gleichen Kreuzung bei enger gewähltem Abstand der Interferenzstreifen. $\lambda = 546$ mμ. 900:1.

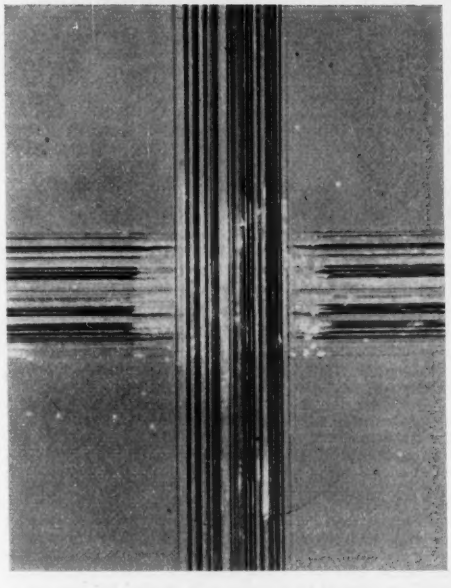


Fig. 1. Kreuzung zweier Grammophonnadelkratzer auf einer polierten Oberfläche des optischen Glases SF 2. Belastung der Nadel 300 g. Auflicht-Hellfeld-Beleuchtung. 900:1.

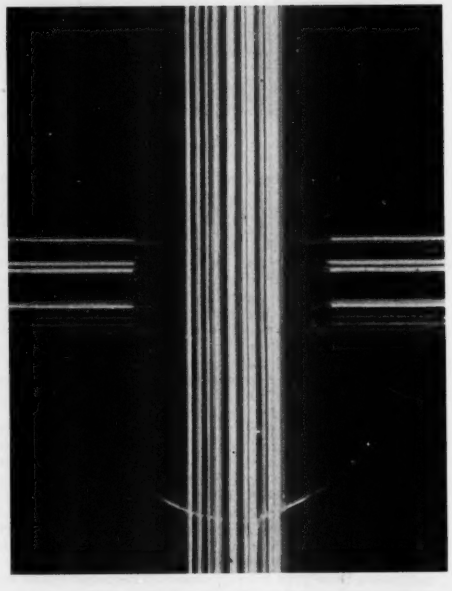


Fig. 2. Die gleiche Kreuzung in Durchlicht-Dunkelfeld-Beleuchtung. 900:1.

Kreuzungsstelle durch den waagerechten Vorgang in beträchtlichem Ausmaße „zugewischt", was daselbst mit einer teilweisen Glättung der Glasoberfläche verbunden ist. Durch Behandlung mit verschiedenen Säuren wurde sichergestellt, daß der Einebnungseffekt nicht durch fremde Verunreinigungsstoffe bedingt ist, sondern daß den „zugewischten" Gebieten die gleiche Beständigkeit wie der benachbarten Glassubstanz zukommt. Dieser Einebnungseffekt besitzt somit die Kennzeichen einer Polierwirkung, so daß es berechtigt erscheint, ihn als *Grundvorgang des Polierens* anzusehen.

Die vorgeführten Erscheinungen sind nicht auf polierte Glasflächen beschränkt, sondern wurden auch auf frischen Bruchflächen von Gläsern und synthetischen Saphirkristallen

sowie auf polierten Oberflächen von Quarzglas und von kristallinem Quarz nachgewiesen. Bei Anwendung geeigneter Ritzwerkzeuge und Ritzbedingungen dürften sie demnach auch auf zahlreichen anderen Stoffen nachweisbar sein.

Nähere Angaben über die erforderlichen Versuchsbedingungen erfolgen in einer ausführlichen Mitteilung an anderer Stelle.

Rathenow, Physikalisches Laboratorium der Emil Busch-A.-G. und Halle a. d. S., Institut für Theoretische Physik der Universität, im Oktober 1941.

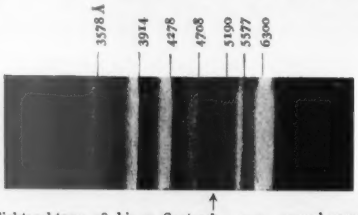
Werner Klemm. Adolf Smekal.

[1]) L. von Reis, Z. VDI. 76, 181 (1932).
[2]) W. Kinder, Zeiss-Nachrichten 2, 91 (1937).

Eine neue Strahlung im Nordlicht des 18./19. September 1941.

Das Nordlicht vom 18./19. September wurde auf unserer Außenstation Arosa-Tschuggen (2040 m) von Dämmerung zu Dämmerung beobachtet, auch am Abend des 19. kam es nochmals zu kurzer Strahlenbildung. Ausführlicher wird den Verlauf an Hand der Aufnahmen die „Zeitschrift für angewandte Meteorologie" bringen, über das Spektrum sei jedoch bereits an dieser Stelle berichtet, da es sich von den großen Erscheinungen dieses Sonnenfleckenmaximums[1]) wesentlich unterscheidet.

Auffällig war zunächst die zwar nicht durchweg, aber doch vorwiegend herrschende Farbarmut, die auch in Zuschriften zum Ausdruck kam. Im lichtstarken Spektroskop waren nur Wellenlängen $\leq$ 5577 Å bis wohl herunter zu 3914 Å zu erkennen, und zwar durchweg im neutralen Ton



Nordlichtspektrum 18. bis 19. September 1941, 10mal vergrößert.

des Dämmerungssehens an Stelle des sonst so schönen Farbenspiels. Sofort als auffällig und ungewohnt empfunden wurde eine helle Linie, die sich 5577 Å im vermutlich auch noch grünen Spektralbereich zugesellte.

Wie in allen 8 aufeinanderfolgenden Nächten des 17. bis 25. September steht nun auch in der Nordlichtnacht eine 8 Stunden belichtete Spektralaufnahme mit einem lichtstarken Zeissschen Quarz-Nachtlicht-Spektrographen F/1 zur Verfügung; als Plattensorte diente Agfa Isopan ISS. Der Spektrograph war auf 9 Grad Höhe gegen Nord ausgerichtet. Das Spektrogramm ergibt an Nordlichtlinien die bekannten Sauerstofflinien 5577 (Intensität 4) und 6300 bis 6364 (Int. 10), noch langwelligeres Rot der 1. positiven Gruppe des Stickstoffmoleküls bis etwa 6650 Å (Int. 4), die typischen Banden der negativen Gruppe 4708 (Int. 2), 4278 (Int. 5), 3914 (Int. 7), und 3578 Å der 2. positiven Gruppe (Int. 2). Die visuell so auffällige Linie tritt photographisch allerdings zurück (Int. 1) und kommt vor allem in der Abbildung ungünstig zur Geltung. Ihre Wellenlänge ergab sich vorläufig zu 5190 Å, wozu zu bemerken ist, daß eine solche Angabe bei der geringen Dispersion dieser Nachtlichtspektrographen, speziell meines für Ultraviolett konstruierten Apparats (für den Bereich 5190 Dispersion 1540 Å/mm) reichlich um etliche Å unsicher ist. Diese ebenfalls noch zuzulassende Linie 5198 Å des neutralen Stickstoffatoms ist nach M. Nicolet[2] unwahrscheinlich. Aber auch andere Gründe sprechen dafür, daß hier die Calciumlinie 5189 Å vorliegen dürfte. In den übrigen Nächten — selbst nicht am 19./20. — war weder von dieser Linie noch von sämtlichen kürzeren Wellenlängen mehr etwas festzustellen. Auffällig war, wie verhältnismäßig wenig die Intensität von 5577 in der Nordlichtnacht gegenüber den benachbarten, allerdings recht „hellen Nächten" [3]) gesteigert war.

Arosa (Schweiz), Lichtklimatisches Observatorium, den 3. Oktober 1941. F. W. Paul Götz.

[1]) Z. Geophys. 14, 314 (1938) — Naturwiss. 27, 241 (1939) — Die Sterne 20, 113 (1940).
[2]) M. Nicolet, Inst. Roy. Mét. Belg. Mém. XI, 1939.
[3]) Götz, Verh. Schweiz. Naturf. Ges. Basel 1941.

Variationen der Fluoridhemmung der Hefeatmung und -gärung.

Das Ausmaß der durch Fluorid verursachten Hemmung der Atmung und Gärung der Bäckerhefe ist von den physiologischen Bedingungen sehr stark abhängig. Runnström und Sperber[1]) suchten die Ursache hierfür in Permeabilitätsveränderungen. Demnach wäre die Permeabilität für Fluorid bei gesteigerter Atmung und Gärung geringer, bei herabgesetztem Stoffwechsel jedoch größer. In Fortsetzung dieser Studien zeigte Malm[2]), daß zwar die Permeabilität für Fluorid tatsächlich in dem postulierten Sinne variiert, daß aber nicht die Permeabilität, sondern vor allem der Zustand der betreffenden Enzyme für das Ausmaß der Hemmung verantwortlich ist. Runnström, Gurney und Sperber[3]) haben diese Verhältnisse bei der Bäckerhefe unter den verschiedensten Bedingungen eingehend studiert. Sie kamen zu der Auffassung, daß die betreffenden Enzyme nach Verbindung mit einem „Begleitstoff" gegen Fluorid geschützt sind. Die Verbindung mit dem Begleitstoff kommt nur dann zustande, wenn in der Zelle eine Atmung oder Gärung vor sich geht. Der Hemmungsgrad würde von der Lebensdauer des Symplexes Enzym + Begleitstoff bzw. von der Lebensdauer der Verbindung zwischen Enzym und Fluorid abhängen.

Bei der Gärung dürfte das gegen Fluorid empfindliche Enzym die Enolase sein[4]), bei der Atmung hingegen ein Überträger, der in demselben Potentialgebiet wie Cytochrom B liegt[5]). Offenbar verhalten sich die beiden Enzyme gegen Fluorid überraschend ähnlich.

Inzwischen wurde nun auch bei Bierhefe eine starke Beeinflussung der Fluoridhemmung durch verschiedene Faktoren gefunden. Folgender Versuch als Beispiel für den Einfluß der Eigenatmung:

Fluoridkonzentration mmol/l	0	4,2	6,2	8,3	12,4
Q_{CO_2} in Luft	150	133	112	56	20
„ in Stickstoff	145	18	0	0	0

Die Hefeeinwaage entsprach 1,7 mg Trockensubstanz pro Ansatz, die Konzentration der Glukose war 23,2 mmol/l. Als Puffer diente 80 mmol/l Bernsteinsäure-Succinat, p_H 5, $T = 25°$. Der Stickstoff war über schwach glühendem Kupfer gereinigt. Zur Entfernung letzter Sauerstoffspuren diente in den Ansätzen mit Stickstoff Chromchlorür. Das Fluorid wurde 10 Minuten vor der Glukose eingekippt. Die Konzentrationsangaben beziehen sich auf die Verhältnisse nach dem Einkippen.

Die Periode zwischen dem Einkippen des Fluorids und dem der Glukose ist für die Hemmung entscheidend. In den Ansätzen in Luft herrscht während dieses Abschnitts eine Eigenatmung, die trotz ihres geringen Betrages, $Q_{O_2} = 4$ bis 6, für die Fluoridhemmung von ausschlaggebender Bedeutung ist. Schon ein Sauerstoffdruck von 7—8 mm vermindert die durch Fluorid unter anaeroben Bedingungen bewirkte Gärungshemmung. Die Eigenatmung ist indessen abhängig vom Sauerstoffdruck. Die maximale Schutzwirkung tritt erst bei dem Sauerstoffdruck ein, bei dem die Eigenatmung ihr Maximum erreicht. Auch bei Versuchen, in denen der Gasraum ein Gemisch von Kohlenmonoxyd und Sauerstoff enthält, wird die maximale Schutzwirkung erst dann erzielt, wenn die Atmung von gleicher Größe wie in Luft ist.

Wird das Fluorid 10 Minuten *nach*, anstatt wie im oben angeführten Versuch, 10 Minuten *vor* der Glukose zugesetzt, so tritt keine Hemmung ein. Die nach dem Zusatz von Glukose einsetzende Gärung übt eine noch viel stärkere Schutzwirkung als die Eigenatmung aus.

Versuche wurden auch mit aus der Bierhefe hergestelltem Mazerationssaft ausgeführt. Hier ist die Fluoridhemmung der Gärung stärker als in der lebenden Zelle, es ist aber

gleichgültig, ob das Fluorid aerob oder anaerob zugesetzt wird. Ebensowenig spielt die Reihenfolge des Zusatzes von Fluorid und Glukose eine Rolle. Dagegen fand MARCUSE[6]) im hiesigen Institut, daß die relative Gärungshemmung durch Fluorid bei einer Erhöhung des Phosphatgehaltes zunimmt. Es erwies sich, daß Mazerationssaft und lebende Zellen sich in dieser Beziehung ähnlich verhalten. Folgende Tabelle gibt einen Versuch mit intakter Bierhefe wieder.

Fluoridkonzentration in mmol/l . .	0	4,1	6,2	8,4	12,4
Q_{CO_2} in Ansätzen mit 0,1 mol/l NaCl	90	92	73	39	9
„ in Ansätzen mit 0,1 mol/l KH_2PO_4	90	85	35	8,5	3

Konzentration der Glukose und des Puffers, p_H, Hefeeinwaage und Reihenfolge der Zusätze waren dieselben wie bei dem oben zahlenmäßig angeführten Versuch. Trotz der geringen Permeabilität der Hefezelle für Phosphat wächst die Fluoridhemmung nach Phosphatzusatz. Diese Versuche waren schon abgeschlossen, als eine Arbeit von LYNEN[7]) erschien, in der der starke Einfluß der Atmung auf die Konzentration des Ortophosphats innerhalb der Hefezelle nachgewiesen wurde. Die schützende Wirkung der Atmung gegen Fluorid könnte somit darauf beruhen, daß der Gehalt an Orthophosphat unter dem Einfluß der Atmung beträchtlich herabsinkt. Die Gärung wirkt nach LYNEN auf ähnliche Weise. Dies würde die oben angeführte Tatsache erklären, daß der nachträgliche Zusatz von Fluorid in den genannten Konzentrationen nicht hemmt.

Es wurde nun gezeigt, daß Zusatz von Phosphat bei Bäckerhefe auch die Atmungshemmung durch Fluorid verstärkt. Das parallele Verhalten der beiden für Fluorid stark empfindlichen Enzyme — bei der Gärung und bei der Atmung — kommt hier wieder zum Ausdruck.

Kürzlich erschienen zwei wichtige Mitteilungen von WARBURG und CHRISTIAN[8]). Diese haben das Gärungsferment Enolase isoliert und weiter den Mechanismus der Fluoridhemmung des Enzyms aufgeklärt. Das Enzym ist erst nach Verbindung mit Magnesium wirksam, Magnesium kann aber durch einen Magnesium-Fluoro-Phosphat-Komplex verdrängt werden. Angesichts dieser Tatsache ist es erklärlich, daß die Fluoridhemmung der Gärung von der Phosphatkonzentration stark abhängig ist, die in der lebenden Zelle wiederum mit dem Stoffwechsel innig verknüpft ist. Bei dem fluoridempfindlichen, bei der Atmung der Bäckerhefe wirksamen Enzym dürften ähnliche Verhältnisse wie bei der Enolase vorliegen. Die meisten der von RUNNSTRÖM, GURNEY und SPERBER[8]) beschriebenen Tatsachen stimmen mit den hier kurz vorgebrachten Gesichtspunkten überein.

Stockholm (Schweden), Wenner-Grens Inst. f. exp. Biologie d. Universität, den 13. Oktober 1941.

JOHN RUNNSTRÖM.

[1]) Biochem. Z. **298**, 340 (1938).
[2]) Naturwiss. **28**, 723 (1940).
[3]) Enzymologia **10**, 1 (1941).
[4]) K. LOHMANN u. O. MEYERHOF, Biochem. Z. **273**, 60 (1934).
[5]) H. BOREI, Arkiv f. Kemi (Stockholm) **13** A, Nr 23 (1939).
[6]) R. MARCUSE, Arkiv f. Kemi (Stockholm), im Druck.
[7]) Liebigs Ann. **546**, 120 (1941).
[8]) Naturwiss. **39**, 589, 590 (1941).

Über die Aktivierung der d-Leucyl-glycin-spaltenden Peptidase[1]).

Die Bedingungen, unter denen wir vor kurzem *schlüssig bewiesen haben*[1]), daß das Peptidasensystem *normaler* Tiere imstande ist, *auch d-Peptide glatt zu spalten*, waren noch nicht die günstigsten. Immerhin war es *durch Zusatz bestimmter Metalle* zum Versuchsansatz möglich, eine vollständige Aufspaltung verschiedener d-Peptide zu erzielen, und zwar mit Auszugsmengen und innerhalb einer Versuchsdauer, die den bei der Bestimmung „natürlicher" peptidatischer Wirkung üblichen ziemlich entsprachen. *Ohne* Metallzusatz ist es *unmöglich* — wie die vielen vergeblichen Bemühungen beweisen — trotz gefährlich langer Versuchsdauer selbst mit Materialmengen, welche eine exakte Durchführung und die Genauigkeit der Methode in Frage stellen, eine Spaltung von d-Leucyl-glycin (d-LG.) durch Auszüge aus Organen, embryonalem und Krebsgewebe *einwandfrei* nachzuweisen. Die Spaltungsbedingungen und damit auch der Nachweis lassen sich noch sehr verbessern, wenn man anstatt Metall allein Metall + Cystein (oder ähnlich wirkende Substanzen) hinzusetzt. Durch die Kombination Eisen bzw. Mangan *und* Cystein erfährt das Wirkungsvermögen der Auszüge gegenüber d-LG. eine außerordentliche Verstärkung (siehe Tabelle 1). Welche Unterschiede in der Beeinflußbarkeit der durch Organauszüge bewirkten (ziemlich kräftigen) l- und (der praktisch nicht meßbaren) d-LG.-Spaltung durch bestimmte Zusatzstoffe bestehen, zeigt ein Vergleich der in Tabelle 1 und 2 angeführten Ergebnisse. Besonders auffällig sind die Unterschiede des Einflusses von Zink, Cystein und Metall + Cystein.

Tabelle 1. d-LG.-Spaltung durch Glycerinauszüge aus Kaninchenniere, Hühner- und Meerschweinchenleber.

Versuchsbedingungen: Ansatz 5 ccm, $p_H = 8$, $t = 40°$, Dauer 18 Stunden. Toluol. Titrationsprobe 2 ccm. d-LG. $(\alpha)_{20}°/D = -81°$. Einer 100proz. Spaltung entspricht ein Aciditätszuwachs von 2,40 ccm n/20 KOH. Von allen Auszügen wurden 0,05 ccm angewandt. Konzentration der Zusatzstoffe $Mn(So_4)$ m/1000, $Zn(SO_4)$ m/10000, Cystein m/125.

Zusatz	d-LG.-Spaltung (ccm n/20 KOH) durch Auszüge aus		
	Ka.-Niere	Hü.-Leber	Me.-Leber
—	0,07	0,09	0,10
Eisen	0,62	0,49	0,44
Mangan	1,12	0,88	0,87
Zink	0,06	0,06	0,01
Cystein	0,44	0,48	0,26
Fe + Cystein	2,12	2,20	2,10
Mn + Cystein	2,09	2,11	1,98

Tabelle 2. l-LG.-Spaltung durch die gleichen Auszüge wie in Tabelle 1.

Versuchsbedingungen wie in Tabelle 1. Substrat d, l-LG. Einer 50proz. Spaltung entspricht ein Aciditätszuwachs von 2,40 ccm n/20 KOH. Es wurden 0,0025 ccm Kaninchennierenauszug, 0,0075 ccm Hühnerleberauszug und 0,04 ccm Meerschweinchenleberauszug angewandt.

Zusatz	l-LG.-Spaltung (ccm n/20 KOH) durch Auszüge aus		
	Ka.-Niere	Hü.-Leber	Me.-Leber
—	0,24	0,56	0,60
Mn	1,48	1,25	1,27
Zn	0,80	1,55	1,38
Cystein	0,05	0,11	0,08
Mn + Cystein	1,18	0,77	0,86

Daß *Amino-peptidasen in Gegenwart von Metall + Sulfhydryl* — maximal bisher immer nur von *Eisen* bzw. *Mangan* und *Cystein* — nicht nur wirksamer sein können, sondern in vitro überhaupt erst *wirksam werden und sind*, haben wir zuerst bei den Peptidasen pathogener anaerober Bakterien (den sog. Anaero-peptidasen) aufgefunden und eingehend untersucht[2]).

Dialysierte Auszüge aus tierischen Organen, embryonalem und Krebsgewebe und *reinere* Präparate daraus, z. B. durch Aceton- und Am_2SO_4-Fällung gewonnen, vermögen, auch in verhältnismäßig großen Mengen, d-Leucylglycin *praktisch nicht zu spalten*. Ergänzt man sie durch Metall *oder* durch Cystein, so zeigen sie nur eine *schwache* Wirksamkeit, ergänzt man sie aber durch Eisen bzw. Mangan *und* Cystein, dann entfalten sie eine *außerordentlich kräftige* Wirksamkeit gegenüber d-LG., die der gegenüber l-LG. nahekommt (s. Tabelle 3). Wenn z. B. Mangan hier, im

Tabelle 3. Aktivierung der d-LG.-Peptidase in reineren Präparaten.

Präparate: 1. Kaninchennierenauszug aus Cellophanschlauch unter Toluol 3 Tage gegen destilliertes Wasser vom p_H etwa 8 dialysiert; ein dabei auftretender kräftiger Niederschlag wurde abgetrennt. 2. Ein aus dem gleichen Auszug durch 3 Vol. Aceton in der Kälte aus- und umgefälltes Präparat, wobei ein beträchtlicher Teil des Niederschlages ungelöst blieb und abzentrifugiert wurde. Im 5 ccm-Versuch wurden aliquote Teile des Auszuges, dialysierten Auszuges und des Acetonpräparates angewandt. Sonstige Versuchsbedingungen wie in Tabelle 1.

Präparat	d-LG.-Spaltung (ccm n/20 KOH) in Gegenwart von					
	—	Fe	Mn	SH	Fe+SH	Mn+SH
Auszug	0,10	0,30	1,12	0,44	2,18	2,00
Dialysierter Auszug	0,02	—	0,16	0,12	2,10	2,04
Acetonpräparat . .	0,00	0,25	0,22	0,24	2,20	2,20

Gegensatz zum Auszug, nur noch schwach wirkt, so ist daran sehr wahrscheinlich der Verlust an Sulfhydryl schuld.

Nach den Ergebnissen in Tabelle 3 scheint es, als ob in reineren Präparaten aus tierischen Organen nur noch das Trägerprotein der d-LG.-spaltenden Peptidase vorläge, das erst durch das Zusammentreten mit oder nach Veränderungen durch die Kombination Metall + Cystein zum vollwirksamen Enzym würde. Es sind im wesentlichen die gleichen Verhältnisse, wie wir sie bei den Anaero-peptidasen angetroffen haben[2]). Zum besseren Verständnis können wir deshalb auf ihre Beschreibung verweisen. Damit gewinnt die Aktivierung von Aminopeptidasen durch Metall + Sulfhydryl eine sehr viel größere Bedeutung, als es anfänglich schien, und in Verbindung mit den Beobachtungen über die Aktivierung intracellulärer Proteinasen (Kathepsin, Hefeproteinase, Anaerobiase) eröffnen sich sehr wichtige Ausblicke in bezug auf das Zusammenspiel der Proteasen in den Zellen, die in vivo Träger des Eiweißab- und -aufbaues sein sollen.

Es sind natürlich auch noch andere Deutungsmöglichkeiten denkbar, z. B. solche, in denen das Substrat mehr im Mittelpunkte steht; auf sie, die wir für weniger wahrscheinlich halten, werden wir an anderer Stelle eingehen. Wie auch immer der Mechanismus des Aktivierungsvorganges sein möge, wichtig ist vorerst, daß nunmehr der Nachweis der d-LG.-Spaltung so einfach ist wie der der l-LG.-Spaltung. Damit ist auch jeglicher Spekulation über Zusammenhänge zwischen d-Peptidspaltung und Krebs[3]) bzw. besonders aktiven physiologischen Vorgängen[4]) der Boden entzogen.

Ob auch noch andere d-Peptidspaltungen durch diese oder ähnliche Kombinationen so außerordentlich verstärkt werden, ist sehr wahrscheinlich, konnte aber aus Mangel an Substraten noch nicht geprüft werden. Die Kostbarkeit derselben setzt leider einem raschen Vordringen Schranken.

Frankfurt a. M., Biochemische Abteilung des Forschungsinstitutes für Chemotherapie, den 15. Oktober 1941.

Ernst Maschmann.

[1]) VII. Mitt. Zur Kenntnis tierischer Peptidasen; VI. Mitt. Naturwiss. **29**, 518 (1941).

[2]) Z. B. XII. und XVI. Mitt. über Bakterienproteasen, Biochem. Z. **302**, 332 (1939); **307**, 1 (1940) — Naturwiss. **26**, 791 (1938) — Biochem. Z. **300**, 89 (1938/39) — Naturwiss. **27**, 276 (1939).

[3]) E. Waldschmidt-Leitz u. K. Mayer, Hoppe-Seylers Z. **262**, 4 (1939). — E. Waldschmidt-Leitz, K. Mayer u. R. Hatscheck, Hoppe-Seylers Z. **262**, 1 (1940). — E. Waldschmidt-Leitz, R. Hatscheck u. R. Hausmann, Hoppe-Seylers Z. **267**, 79 (1940).

[4]) E. Bamann u. O. Schimke, Naturwiss. **29**, 365 (1941).

Besprechungen.

KOLLMANN, F., **Die Esche und ihr Holz.** (Schriftenreihe Eigenschaften und Verwertung der deutschen Nutzhölzer.) 1. Bd. Berlin: Springer 1941. XII, 147 Seiten, 137 Abb. und 2 Tafeln. 15 cm × 23 cm. Preis br. RM 12.—, geb. RM 13.20.

Mit dem vorliegenden Bändchen eröffnet F. Kollmann eine Schriftenreihe über die Eigenschaften und Verwertung der deutschen Nutzhölzer. In erstaunlicher Vollständigkeit ist alles Wissenswerte über die Esche auf botanischem, forstlichem und technischem Gebiete knapp und übersichtlich zusammengestellt. Von den Pflanzengesellschaften, in denen die Esche ihren natürlichen Standort hat, gelangt der Verf. über die Wuchseigenschaften der Esche, die Anatomie und den Chemismus des Eschenholzes schließlich zu den technischen Eigenschaften, zur Verwertung und zur Verarbeitung dieses wertvollen Holzes.

Die Monographie baut überall auf den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen auf; trotzdem ist sie leicht lesbar und allgemein verständlich. Sehr wertvoll ist das vielseitige Literaturverzeichnis über die Esche als Waldbaum und Nutzholz.

Die übertriebene Verdeutschung vieler international anerkannter wissenschaftlicher Fachausdrücke dürfte der Verbreitung dieser schönen Schrift außerhalb Deutschlands hindernd im Wege stehen.

Frey-Wyssling, Zürich.

MACHATSCHEK, FRITZ, **Das Relief der Erde.** Versuch einer regionalen Morphologie der Erdoberfläche. II. Band (Schlußband). Berlin: Gebr. Borntraeger 1940. VII, 614 S., 186 Textfiguren u. 10 Tafeln. 17 cm × 26 cm. Preis brosch. RM 40.—, geb. RM 42.—.

Dem an dieser Stelle (Naturwiss. **1939**, H. 29, 504) besprochenen ersten Band des großen Werkes ist in kurzem Abstand der abschließende zweite Band gefolgt. Es wird darin die größere restliche Hälfte der Erdoberfläche nach ihrer Struktur und ihren Strukturformen besprochen, und zwar: das asiatische Kettengebirgsland, das altweltliche Gondwanaland (einschl. des Indischen Ozeans), die Neue Welt, die Antarktis, Ozeanien und der Atlantische Ozean. Eine erstaunliche Übersicht über das Schrifttum beherrscht alle Teile gleichheitlich. Die Ergebnisse der bisherigen Forschung werden in knappen, aber sehr klaren Ausführungen zusammengefaßt, die das Wesentliche vorkehren, das Strittige und Zweifelhafte kritisch unterstreichen. Das Werk ist die erste regionale Geomorphologie überhaupt und daher ein unentbehrliches Nachschlagewerk für Geographen und Geologen. Die allgemeine Geomorphologie bereichert es durch die Schlußbetrachtungen, in denen, zum Teil schon unter Berücksichtigung der Besprechungen des ersten Bandes, von überschauender Warte aus Stellung genommen wird zu einigen Grundfragen der Oberflächengestaltung der Erde: zur Rolle der jungen Krustenbewegungen, zur Frage der isostatischen und eustatischen Bewegungen des Meeresspiegels, zur Lehre von den Rumpfflächen und Rumpftreppen, zu dem Verhältnis von Schichtstufen und Rumpfflächen und zur morphologisch-tektonischen Gliederung der Erdkruste. Formen und Formgesellschaften, die nur in besonderen Klimaten auftreten,

läßt das Werk ausdrücklich beiseite mit Ausnahme der Glazialmorphologie der großen Inlandeisgebiete und der Hochgebirge. Das Buch klingt in einem sehr berechtigten Bedauern über die weitgehende Abwendung der Geographen von der geomorphologischen Forschung aus. Es erscheint aber in einem Augenblick, wo die Geologie sich bewußt und verstärkt der Geographie und Geomorphologie zuwendet, z. B. in der Ausbildung der neuen Diplomgeologen. Möge es daher beitragen, die alten Bande der beiden zusammengehörigen Fächer wieder enger zu knüpfen!

CARL TROLL, Bonn.

Karl von Goebel. Ein deutsches Forscherleben in Briefen aus sechs Jahrzehnten (1870—1932). Herausgegeben von Dr. ERNST BERGDOLT. Berlin: Ahnenerbe-Stiftung Verlag 1941. 273 S., 5 Bilder, 4 Handschriftproben. 14,5 cm × 22,5 cm. Preis geb. RM 6.50.

Wenn ein bedeutender Forscher und geistvoller Mensch, wie es der Verfasser der „Organographie der Pflanzen" und der Schöpfer des Botanischen Gartens in Nymphenburg war, sich in Briefen mit seinesgleichen oder sonst Nahestehenden unterhält, ist zu erwarten, daß bedeutende Dinge zur Sprache kommen und daß auch die Form der Unterhaltung nicht alltäglich ist. Die Briefe an seine Lehrer DE BARY und SACHS, an die ersten Mitarbeiter KARSTEN, OLTMANNS, JOST, an REINKE und HAECKEL, an WARMING, BOWER, WENT und an viele andere deutsche und ausländische Botaniker, auch an Jugendfreunde und an die Familie, enthalten tatsächlich vieles, was der Erhaltung wert ist: manches über die nicht immer gleich bleibende Stellung GOEBELS zu großen Problemen der Biologie, zu Evolution, Vererbung, Anpassung, Selektion, zu Systematik und Phylogenie, zu vergleichender und kausaler Morphologie, auch über die Stellung der Korrespondenten zu diesen Fragen; manches über Schicksale von Persönlichkeiten, Einrichtungen, Unternehmungen, die für die deutsche Botanik schicksalhaft waren, vor allem natürlich über GOEBELS eigenen Lebensweg, dabei Berichte über die meisten seiner zahlreichen Reisen in aller Welt, von denen er sonst nirgends erzählt hat; manches über die Entstehung von GOEBELS eigenen Arbeiten, von Einzelentdeckungen und von der ersten Gestaltung der — teilweise von SACHS deutlich beeinflußten — Leitgedanken an bis zu Konfessionen über innere Zustände und äußere Umstände bei der Abfassung und Wiederbearbeitung der Hauptwerke; manches was besonders deutlich diejenigen Wesenszüge des temperamentgeladenen Menschen erkennen läßt, die für seine Lebensleistung maßgebend waren: die an Besessenheit grenzende Hingabe an den Forscherberuf, die Freude am Kampf, die Treue gegenüber allen Pflichten akademischer Ämter; manches, was schon durch die persönlich geprägte Form wirkt, in die der witzige und in den Literaturen vieler Sprachen heimische Mann seine Gedanken zu kleiden liebte.

Am wertvollsten sind wohl die zahlreichen Briefe an SACHS, den GOEBEL als überlegenen Genius anerkannte und mit dem er sich von 1879 an bis zu SACHSens Tode, 1897, über alle ihn bewegenden wissenschaftlichen, organisatorischen, menschlichen Fragen aussprach. Die wertvollsten fachlichen Erörterungen beziehen sich, auch späterhin, naturgemäß auf Probleme der Morphologie im weitesten Sinn; physiologische Gegenstände werden nur gelegentlich gestreift. Im ganzen ist es ein gewichtiger Ausschnitt aus der Geschichte der Biologie während eines halben Jahrhunderts, der in diesen Dokumenten sich lebendig darstellt.

Hätte der Herausgeber es verstanden, nach sorgfältig wägender Prüfung das wahrhaftig nicht Wenige auszuwählen, was für die Geschichte der Wissenschaft bedeutsam ist und was sonst an dem Unvergänglichen seines Lehrers Anteil hat, so hätte er sich den uneingeschränkten Dank vieler Leser verdient. Aber nach der Meinung des Ref. ist manches Gleichgültige aufgenommen und manches Vergängliche Allzuvergängliche, was besser im Archiv der Familie verwahrt geblieben wäre, der Öffentlichkeit preisgegeben worden.

Auch wissenschaftliche Fehlurteile können aufschlußreich sein. Was GOEBEL z. B. über NÄGELIS Bemühungen um die Morphologie der Molekeln sagt, ist mit ein Zeugnis dafür, wie weit NÄGELI hier seinen Zeitgenossen voraus war. Wenn GOEBEL 1927, als das Hormonproblem sich schon abzeichnete, meint, bei der Beschäftigung mit dem Haferkeimblatt komme „sehr wenig heraus", deuten sich, wie in einigen anderen Äußerungen, persönliche Grenzen an, wie sie auch einem Ingenium seines Ranges gesetzt sind. Aber daß GOEBEL ebenso wie DE BARY die Gründung der Deutschen Botanischen Gesellschaft zunächst aufs schroffste ablehnte, war ein ephemerer Irrtum, dessen Überlieferung wohl hätte unterbleiben können; wie die Mitgliederverzeichnisse ausweisen, trat DE BARY der Gesellschaft im zweiten, GOEBEL im dritten Jahr des Bestehens bei, nur SACHS, auch hier das unerreichte Vorbild für GOEBELS Exklusivität, ist zeitlebens fern geblieben.

Das Klagen darüber, daß seine Arbeiten und vor allem seine Bücher nicht gelesen würden, war eine Schrulle GOEBELS, von der ihn kein Widerspruch und kein Hinweis auf die ungewöhnlichen buchhändlerischen Erfolge der „Organographie" und der „Entfaltungsbewegungen" heilen konnte. Solche pessimistischen Äußerungen ganz unterdrücken hieße fälschen. Aber durch die dutzendfache Wiederholung der Klage, die der einzelne Korrespondent doch nur einmal oder ein paarmal zu hören bekam, erhält der Leser wohl einen übertriebenen Eindruck von der Bitterkeit des Briefschreibers.

Wahrhaft bedauerlich findet der Ref. die Wiedergabe zahlreicher übermäßig abfälliger Bemerkungen über viele Botaniker, die nicht dem engsten Kreis um GOEBEL angehörten; selbst einer seiner nächsten Freunde bleibt von scharfer Kritik nicht verschont. Bald nach 1900 kommen solche herabsetzenden Urteile in den Briefen kaum mehr vor, und mindestens von dieser Zeit an war GOEBEL auch im persönlichen Umgang unvergleichlich gerechter und nachsichtiger, als er sich in manchen der früheren Briefe gibt. Sicherlich hätte GOEBEL selber das Bekanntwerden der Sarkasmen seiner rauhen Jahre, ebenso wie verschiedener ruhigerer Äußerungen über Geschehnisse gar zu neuen Datums, oder seiner Vorkriegs-Vorliebe für Kew und anderes Britische (S. 117), nicht gutgeheißen. Besonders peinlich berührt, daß auf einige der schärfsten Stellen im alphabetischen „Sachverzeichnis" geflissentlich aufmerksam gemacht wird; was im Brief vertraulicher Ausdruck einer augenblicklichen heftigen Laune gewesen sein mag, wird durch dieses Verfahren im Buch in kalte Kränkung umgewandelt.

Das Buch ist vom Verlag als „1. Auflage" gekennzeichnet. Wenn für eine Neuauflage nicht eine grundsätzliche Änderung am Charakter der Sammlung ins Auge gefaßt wird, sollten wenigstens Text, Anmerkungen und Verzeichnisse revidiert werden. Daß GOEBEL nicht von einem „riesigen" javanischen Enzian erzählt, sondern von einem winzigen, ist sicher; ebenso daß

nicht er, der ausgezeichnete Lateiner, ein bekanntes Vergilwort zur Sinnlosigkeit entstellt und einen (aus der Scholarenpoesie stammenden?) Vers durch eine falsche Interpunktion — *Est bellum, bellum* — um eine sprachliche Pointe gebracht hat; daß nicht er es ist, der CLAUDE BERVAND (auch im Register so) statt CL. BERNARD geschrieben hat, oder Booanlanden und Pahengeahem statt Bovenlanden und Pasangrahan usw. Solche fraglosen Fehler machen auch gegen andere Textstellen mißtrauisch; z. B. sollte es auf S. 93, wo „Verlotterung" steht, eher Verlästerung (eines Toten) heißen, und „präpendieren" statt präponderieren ist selbst als Scherz unwahrscheinlich. Sache des Herausgebers wäre es auch gewesen, den Familiennamen eines als „Sir WILLIAM" (im Register WILLIAM) vorgestellten Adressaten ausfindig zu machen. Für die Anmerkungen vollends ist der Herausgeber allein verantwortlich; wenn GOEBEL zweimal HOFMEISTERS „Allgemeine Morphologie" zitiert, meint er dieses Werk von 1868, nicht, wie die Anmerkungen verbessern, „Die Lehre von der Pflanzenzelle, 1867"; über „systematische Bewegungen" eines Grases hat GOEBEL nie berichtet, wohl aber über nyktinastische; auch einem englischen Autor sollte nicht zweimal die Pluralform *prothallii* (statt *prothalli*) in die Schuhe geschoben werden; eine berühmte deutsche Expedition ist mit der Valdivia, nicht mit einer „Voldiace" ausgeführt worden, usw.

Doch solche Versehen sind belanglos gegenüber den Mißgriffen des überlegten Plans, zu dem sich das Vorwort des Herausgebers ausdrücklich bekennt. Wie wir das Buch jetzt haben, stiftet es, so meint der Ref., bei all seinem Wert Verstimmung und auch Schaden anderer Art. Möge der Gewinn so schwer wiegen, daß der Schaden wenig ins Gewicht fällt.

O. RENNER, Jena.

Astronomische Mitteilungen.

Moleküle im interstellaren Raum.

Das Vorhandensein einer interstellaren gasförmigen Materie wurde von HARTMANN in Potsdam im Jahre 1904 durch die Auffindung der „ruhenden" Calciumlinien (Ca II, H u. K) im Spektrum des Doppelsterns δ Orionis festgestellt. Die durch ihre besondere Schärfe auffallenden beiden Linien nehmen an den von der Bahnbewegung herrührenden Dopplerverschiebungen der übrigen Linien nicht teil. Solche ruhenden Absorptionslinien sind dann in den folgenden Jahrzehnten in wachsender Zahl gefunden worden, und man kennt deren heute mehr als ein Dutzend. Die interstellaren Linien sind meist schwach und mit wenigen Ausnahmen sehr eng, so daß sie bei kleiner Dispersion bzw. Auflösung der Beobachtung entgehen. In jedem Falle hat man dieselben nur in sehr distanten Objekten zu erwarten, da infolge der extrem geringen Dichte des interstellaren Gases erst bei großen Schichttiefen eine genügende optische Dicke resultiert, um die Linien sichtbar werden zu lassen. Zu ihrem Nachweis sind in erster Linie die linienarmen Sterntypen von O bis etwa B 3 geeignet. Neben Ca II waren im interstellaren Spektrum bis vor kurzem nur die Elemente bzw. Ionen Ca I, Na I, K I, Ti II und H nachgewiesen. Der Nachweis des Wasserstoffs stützt sich allerdings auf eine *Emissionslinie*, nämlich Hα, die O. STRUVE mit einem besonders konstruierten lichtstarken Spektrographen in weiten Gebieten der Milchstraße auffand. In Absorption kann der Wasserstoff nicht nachgewiesen werden, da das interstellare Spektrum durchweg nur Übergänge von den Grundzuständen der Atome bzw. Ionen aufweist und die Resonanzlinien des Wasserstoffs im unzugänglichen kurzwelligen Ultraviolett liegen. Hat der Grundelektronenzustand eines Elementes Multiplettstruktur, so treten nur Übergänge von dem energetisch tiefsten Teilniveau auf. Dieses Verhalten der Gase erklärt sich daraus, daß bei einer einzelnen Partikel die Anregungsvorgänge (durch Stoß oder Strahlung) in solch extremen Zeitabständen aufeinanderfolgen, daß sie sehr groß sind gegenüber den Verweilzeiten selbst der langlebigsten metastabilen Terme.

Infolge der geringen Dichte ist trotz der geringen Intensität der interstellaren Strahlung der Ionisationsgrad des interstellaren Gases relativ hoch. Anhaltspunkte für denselben gibt vor allem das Intensitätsverhältnis der Ca I- und Ca II-Linien. Calcium befindet sich aber vorwiegend im zweiten Ionisationszustand (Ca III), desgleichen Kalium und Titan, das Verhältnis des ionisierten Wasserstoffs zum neutralen beträgt rund 10:1. Wie in den Sternatmosphären bildet der Wasserstoff auch hier das bei weitem häufigste Element. Die mittlere Dichte des Gases ergibt sich zu etwa 1—10 Partikeln pro Kubikzentimeter (STRUVE, DUNHAM jr.).

In Anbetracht dieser Verhältnisse muß es als eine besondere Überraschung angesehen werden, daß es neuerdings W. S. ADAMS am Mt. Wilson-Observatorium gelungen ist, zu zeigen, daß im interstellaren Raum auch zweiatomige Moleküle vorliegen [Ap. J. **93**, 21 (1941)]. Bereits vor einigen Jahren entdeckte DUNHAM jr. in den Spektren der Sterne χ Orionis, 55 Cygni und o Persei drei scharfe Linien (λ 3957,72; 4232,58 und 4300,33) zweifellos interstellaren Ursprungs, die nicht identifiziert werden konnten. ADAMS fand dann kürzlich in dem Spektrum von ζ Ophiuchi (scheinbare Helligkeit m = 2,7) außer diesen noch weitere neue Linien bei λ 3878,8; 3886,39; 3890,23; 3874,018; 3579,04; 3745,33; 3874,6. Obwohl es nicht gelingt, diese Linien sämtlich zu identifizieren, so ist nicht zu zweifeln, daß vier von ihnen (λ 3878, 3886, 3890, 4300) mit Bandenlinien des CH und zwei (λ 3874,6 und 3874,0) mit Linien des CN identisch sind. CH besitzt ein Bandensystem (Typ $^2\Sigma \longleftrightarrow \Pi^2$) im Gebiete um λ 3880 und ein zweites ($^2\Delta \longleftrightarrow \Pi^2$) bei λ 4300. Ein bandenreiches Absorptionssystem des CN liegt zwischen λ 3500 bis 4600 mit dem Ursprung bei λ 3874. Die Ausdehnung eines Bandensystems wie auch die einer Bande ist bekanntlich stark temperaturabhängig, da mit wachsender Temperatur (bzw. Stärke der Anregung) die Zahl der Schwingungs- und Rotationsniveaus, über die sich die Gesamtheit der vorliegenden Moleküle verteilt, schnell zunimmt. Unter den Anregungsbedingungen im interstellaren Raum ist zu erwarten, daß die Systeme auf nur einige wenige Linien zusammenschrumpfen. Da die Anregungsvorgänge in extrem großen Zeitabständen (von Jahren bis Jahrzehnten) aufeinanderfolgen, so werden sich die Moleküle einer Sorte sämtlich in dem tiefsten Schwingungs- und Rotationsniveau ansammeln. Erwarten wird man also zunächst nur die ersten Linien $[R(o) \cdot Q(o)]$ der R- und Q-Zweige der (o, o) Bande

eines Systems. Ein Teil der oben genannten, von ADAMS gefundenen Linien ist nun wirklich mit den stärksten dieser Linien [$R(0)$, $Q(0)$] bei CH und CN identisch. Im Falle des CN ist zudem noch eine Linie festgestellt, die von dem Rotationsniveau $J = 1$ ausgeht, was sich wahrscheinlich dadurch erklärt, daß die Lebensdauer dieses Niveaus, welches nur 0,00047 V über dem Grundniveau liegt, von der Größenordnung von Jahren ist.

Es ist nicht leicht verständlich, wie sich bei den extrem geringen Drucken im interstellaren Raum eine merkliche Konzentration der genannten Moleküle aufrecht erhalten läßt. Man kann leicht roh überschlagen, daß bei der oben angegebenen Dichte ein freies Atom (C, H, N) im Mittel erst nach 10^{12} bis 10^{15} Jahren einen wirksamen Stoß erlebt, der es in einen Molekülverband überführt. Nur in dem Falle, daß beide Partikeln photochemisch ganz unempfindlich sind, ließe sich ihr Vorhandensein vielleicht noch verstehen. Die Tatsache, daß bei den CH-Banden eine Prädissoziationsstelle gefunden ist [GERÖ u. SCHMID, Physica 7, 155 (1940)] läßt diese Erklärung jedoch als sehr unwahrscheinlich erscheinen. Man wird das Auftreten der Bandenlinien, deren Intensität von Stern zu Stern bezeichnenderweise nicht mit der Stärke der Calciumlinien und der anderen Atomlinien korreliert ist, vielleicht eher als ein Anzeichen dafür ansehen können, daß in einzelnen Partien der Milchstraße die Dichte des interstellaren Gases den oben angegebenen Mittelwert weit übertrifft.

In den Fig. 1 bis 3 ist ein Teil der von ADAMS aufgenommenen interstellaren Spektren reproduziert. Die Aufnahme Fig. 1 (Stern α Cygni cA 2) zeigt die Calciumlinien H und K, die den stellaren Linien überlagert sind. In der Aufnahme Fig. 2 (Stern ζ Ophiuchi, Bo) erkennt man die Rotationslinien λ 3886,4 und 3890,2 des CH (System $^2\Sigma \longleftrightarrow {}^2\Pi$) und die Linie λ 3874,6 des CN (System $^2\Sigma \longleftrightarrow {}^2\Sigma$). Die beiden noch schwächeren Linien λ 3878,8 (CH) und λ 3874,0 (CN) sind bei der Reproduktion unkenntlich geworden. Fig. 3 obere Aufnahme (Stern ζ Ophiuchi) gibt wieder das Gebiet der H- und K-Linien. Außer diesen beiden interstellaren Linien erscheint noch die bisher unidentifizierte Linie λ 3957,7, die im interstellaren Spektrum von α Cygni nicht vorhanden ist. Die letzte Aufnahme, Fig. 3 unten (ζ Ophiuchi). zeigt die beiden interstellaren Linien χ 4300 (CH-System $^2\Delta \longleftrightarrow {}^2\Pi$) und die unidentifizierte Linie λ 4232,6.

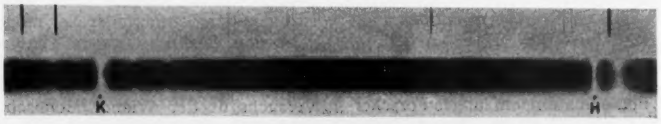


Fig. 1. Erläuterung im Text.

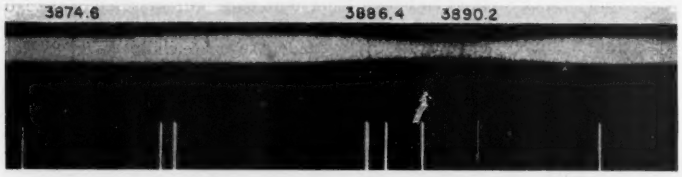


Fig. 2. Erläuterung im Text.

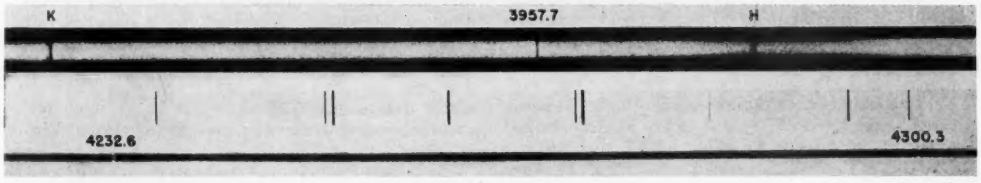


Fig. 3. Erläuterung im Text.

Die hier reproduzierten Spektren wurden hergestellt in der zweiten Ordnung eines von R. W. WOOD in eine auf Pyrexglas aufgelegte Aluminiumschicht geritztes Plangitter mit einer Fläche von $4^3/_8 \times 5^1/_2$ Zoll und 14400 Linien pro Zoll. Dasselbe wirft das Licht vorwiegend in das rote Gebiet erster und violette Gebiet zweiter Ordnung. Bei Benutzung einer Kamera nach SCHMIDT von 114 Zoll ergibt die zweite Ordnung eine Dispersion von 2,9 A/mm und eine Schärfe des Spektrums über 20 Zoll. Die Belichtungszeit betrug für ζ Ophiuchi ($m = 2{,}7$) $^1/_2$ bis 1 Stunde. Es gelingt, mit dieser Dispersion bei einer Belichtungsdauer von $5^1/_2$ Stunden bis zu Sternen 6^m vorzudringen. Das Gitter ist in einer Coudé-Anordnung am 100-Zoll-Reflektor aufgestellt. Es handelt sich zweifellos um den leistungsfähigsten unter allen Sternspektrographen großer Dispersion, die heute im Gebrauch sind.

K. WURM.

Erich von Tschermak-Seysenegg zum 70. Geburtstage.

Das Gewicht eines Forscherlebens wird bestimmt von der Fülle der in ihm wirkenden Ideen, von der Fähigkeit, diese Ideen in das beweiskräftige Experiment umzusetzen, und von dem weitschauenden Blick, der schöpferische Phantasie und reiche Erfahrung in sich vereint. Dieser Weitblick gewährleistet außer der souveränen Beherrschung eines Wissenschaftsgebietes die Erkenntnis von Ausdehnung und Grenzen, Anwendungsmöglichkeiten und Reichweite der eigenen Arbeit.

Wir dürfen am 15. November den 70. Geburtstag Erich von Tschermaks feiern, der wohl für sich in Anspruch nehmen kann, ein langes Forscherleben hindurch auf der Grundlage reicher eigener Erfahrung mit weitschauendem Blick neue Anwendungsbereiche seiner zunächst ganz theoretischen Arbeiten erkannt und entwickelt zu haben, die heute aus der Züchtungsforschung aller Länder nicht mehr fortzudenken sind. Tschermak ist der jüngste der drei Männer gewesen, die um die Jahrhundertwende die Vererbungsregeln Mendels wiederentdeckten. Er war der erste, der die Anwendungsmöglichkeiten und den Anwendungsbereich der gefundenen Gesetzmäßigkeiten auf das Gebiet der Pflanzenzüchtung klar erkannte und sie sein Leben hindurch mit unermüdlicher Energie vorwärtsgetrieben hat.

Tschermak hatte im Frühjahr 1898 im Botanischen Garten in Gent begonnen, Erbsenkreuzungen durchzuführen, um die schon von Darwin gemachte Beobachtung über die Wirkung von Selbst- und Fremdbestäubung auf die Entwicklung und Veränderung der Früchte nachzuprüfen. Diese Frage hat ihn dann später noch wiederholt beschäftigt, und zum Problem der Xenienbildung verdanken wir ihm wesentliche Beiträge. Bei den 1898 begonnenen Arbeiten fand Tschermak an seinem großen Material immer wieder die uns heute geläufigen Spaltungszahlenverhältnisse bei den Merkmalspaaren gelb-grün und rund-runzlig = 3 : 1 bzw. 9 : 3 : 3 : 1 und bei Rückkreuzung mit dem rezessiven Elter 1 : 1. Erst im folgenden Jahr wurde ihm die Arbeit Mendels und im Jahre 1900 die Arbeiten von Correns und de Vries bekannt, die jeder für sich an anderen Objekten zum gleichen Ergebnis gekommen waren. Mag auch die Entdeckerfreude gedämpft worden sein, als sich herausstellte, daß Gregor Mendel 33 Jahre vor dem Beginn seiner eigenen Arbeit die Spaltungsregeln in der Nachkommenschaft von Bastarden veröffentlicht hatte, so ist es das bleibende Verdienst Tschermaks, sofort die große Bedeutung der neuen Lehre für die Pflanzenzüchtung erfaßt zu haben. Er hat als der Vater der Kombinationszüchtung, der Erzeugung neuer Formen in der Nachkommenschaft von Bastarden durch Umkombination der in den Eltern vorhandenen Erbanlagen, zu gelten. Diese Erkenntnis, die sich erst langsam und zögernd durchsetzte, von Nilsson-Ehle und Baur dann mit großem Erfolg angewendet wurde, ist einer der Grundpfeiler der modernen Züchtung geworden. Tschermak selbst hat unermüdlich für den Sieg der neuen Ideen in der Ostmark und darüber hinaus in der ganzen Welt gewirkt und auf dem Versuchsgut der Wiener Hochschule für Bodenkultur Jahr für Jahr ein riesiges Kreuzungsmaterial angebaut. Seine Tätigkeit als Präsident der Gesellschaft für Pflanzenzüchtung in Wien hat sich in den ganz auf die Bedürfnisse der Praxis eingestellten Bestrebungen dieser Vereinigung besonders segensreich ausgewirkt. Neben den auf die Steigerung von Qualität und Quantität der Erträge durch Kombinationszüchtung gerichteten Arbeiten liefen stets umfangreiche theoretische Untersuchungen. Erstmalige Kreuzungen zwischen Arten und Gattungen der Gramineen sind ihm zu verdanken. Das Problem der Polyploidie, das heute erneut im Brennpunkt genetischer und zytologischer Forschung steht, wurde schon frühzeitig von ihm und seinen Schülern und Mitarbeitern erfolgreich angegriffen. Ausgedehnte Versuche mit Primeln, Levkojen, Bohnen und vielen anderen Pflanzen galten der Entdeckung schwer zu analysierender Vererbungsvorgänge, und stets stand ihm hinter der neuen Erkenntnis die Frage nach der züchterischen Auswertung der gewonnenen Einsicht.

So gehört Erich von Tschermak zu den großen Züchtungsforschern Deutschlands, die durch keine Fehlschläge je entmutigt wurden und deren Schaffenskraft durch kein der züchterischen Formung noch so widerstrebendes Material je erlahmte. Er hat sich die Aufgeschlossenheit neuen Fragestellungen gegenüber bis in ein hohes Alter bewahrt, und seinen Schülern, Mitarbeitern und Fachgenossen ist er auch heute noch der unermüdliche Ratgeber, der er immer war. Seiner am 15. November in Dankbarkeit für seine Pionierarbeit auf genetischem und züchterischem Gebiet zu gedenken, vereinigen sich alle, die auf dem gleichen Gebiet nach neuen Erkenntnissen streben und die die Früchte seiner Arbeit ernten dürfen.

Hans Stubbe, Berlin-Dahlem.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Fritz Süffert, Berlin W 9.
Springer-Verlag in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.

Handbuch der Astrophysik

Herausgegeben von

G. Eberhard A. Kohlschütter H. Ludendorff

Zuletzt erschien:

Band VII

Ergänzungsband

Berücksichtigend die Literatur bis Ende 1934 nebst einem Generalregister des Gesamtwerkes

Mit 110 Abbildungen. IX, 755 Seiten. 1936. RM 126.—; Ganzleinen RM 129.—

Inhaltsübersicht:

Band I: Kap. 3. Spektroskopie. Von K. W. Meissner-Frankfurt a. M. — Kap. 5. Apparate und Methoden zur Messung der Gesamtstrahlung der Himmelskörper. Von W. E. Bernheimer-Wien. — **Band II:** Kap. 1. Theoretische Photometrie. Von E. Schoenberg-Breslau. — Kap. 2. Spektralphotometrie. Von H. Brück-Potsdam. — Kap. 3. Kolorimetrie. Von H. von Klüber-Potsdam. — Kap. 4. Lichtelektrische Photometrie. Von H. Rosenberg-Kiel. — Kap. 5. Photographische Photometrie. Von G. Eberhard-Potsdam. — Kap. 6. Visuelle Photometrie. Von W. Hassenstein-Potsdam. — **Band III:** Kap. 2 und 8. Thermodynamik der Sterne und Pulsationstheorie. Von B. Strömgren-Kopenhagen. — Kap. 3. Die Ionisation in den Atmosphären der Himmelskörper. Von B. Strömgren-Kopenhagen. — Chapter 4. The Principles of Quantum Theory. By S. Rosseland-Oslo. — Kap. 5. Gesetzmäßigkeiten in den Serienspektren. Von W. Grotrian-Potsdam. — Kap. 6. Theorie der Multiplettspektren. Von O. Laporte-Ann Arbor, Michigan. — Kap. 7. Bandenspektra. Von K. Wurm-Potsdam. — **Band IV:** Kap. 1. Strahlung und Temperatur der Sonne. Von W. E. Bernheimer-Wien. — Chapter 2. Solar Physics. By G. Abetti-Firenze. — Chapter 3. Eclipses of the Sun. By S. A. Mitchell-Charlottesville, Va. — Kap. 4. Die physische Beschaffenheit des Planetensystems. Von K. Graff-Wien. — Kap. 5. Kometen und Meteore. Von A. Kopff-Berlin-Dahlem. — **Band V:** Kap. 1. Klassifizierung und Beschreibung der Sternspektren. Von Fr. Becker-Bonn. — Kap. 2. Zur Statistik der Spektraltypen. Von Fr. Becker-Bonn. — Kap. 3. Die Temperaturen der Fixsterne. Von W. Becker-Potsdam. — Chapter 4. Luminosities, Colours, Diameters, Densities, Masses of the Stars. By K. Lundmark-Lund. — Chapter 5. Stellar Clusters. By H. Shapley-Cambridge, Mass. — Chapter 6. The Nebulae. By H. D. Curtis-Ann Arbor, Michigan. — Kap. 7. Die Milchstraße. Von B. Lindblad-Stockholm. — **Band VI:** Chapter 1. The Radial Velocities of the Stars. By K. G. Malmquist-Stockholm. — Kap. 2. Die veränderlichen Sterne. Von H. Ludendorff-Potsdam. — Chapter 3. Novae. By F. J. M. Stratton-Cambridge. — Kap. 4. Doppelsterne. Von W. Rabe-München. — Erläuterungen zu den Abkürzungen. — Sachverzeichnis zu Band I—VII.

Die übrigen Bände:

Band I: **Grundlagen der Astrophysik.** I. Teil. Mit 299 Abbildungen. XII, 564 Seiten. 1933. RM 96.—; Ganzleinen RM 99.—

Band II: **Grundlagen der Astrophysik.** II. Teil. 1. Hälfte. Mit 134 Abbildungen. XI, 430 Seiten. 1929. RM 59.40; Ganzleinen RM 62.10

2. Hälfte. Mit 85 Abbildungen. VII, 322 Seiten. 1931. RM 48.60; Ganzleinen RM 51.48

Band III: **Grundlagen der Astrophysik.** III. Teil. 1. Hälfte. Mit 44 Abbildungen. X, 473 Seiten. 1930. RM 66.60; Ganzleinen RM 69.30

2. Hälfte. Mit 131 Abbildungen. VIII, 358 Seiten. 1930. RM 52.92; Ganzleinen RM 55.80

Band IV: **Das Sonnensystem.** Mit 221 Abbildungen. VIII, 501 Seiten. 1929. RM 68.40; Ganzleinen RM 70.92

Band V: **Das Sternsystem.** I. Teil. 1. Hälfte. Mit 173 Abbildungen. X, 574 Seiten. 1932. RM 96.—; Ganzleinen RM 99.—

2. Hälfte: Mit 118 Abbildungen und 2 Tafeln. X, 582 Seiten. 1933. RM 96.—; Ganzleinen RM 99.—

Band VI: **Das Sternsystem.** II. Teil. Mit 123 Abbildungen. IX, 474 Seiten. 1928. RM 59.40; Ganzleinen RM 61.83

Jeder Band ist einzeln käuflich, Bandteile werden nicht einzeln abgegeben.

SPRINGER-VERLAG · BERLIN

Biologie der Süßwassertiere

Wirbellose Tiere

Von

Dr. **C. Wesenberg-Lund**

Professor an der Universität Kopenhagen

Deutsche Ausgabe besorgt von

O. Storch

o. Universitätsprofessor i. R.

Mit 1138 Abbildungen im Text und auf 24 Tafeln. XI, 817 Seiten. 1939

RM 45.—; Ganzleinen RM 48.—

Inhaltsverzeichnis:

Parazoa (= Porifera, Spongiae), Spongillidae (Süßwasserschwämme). — **Eumetazoa. Coelenterata. Cnidaria** Hydrozoa. Hydroida (Hydridae [Süßwasserpolypen], Clavidae). Trachylina. — **Coelomata (Cölomtiere). — Vermes** (Würmer). — **Amera.** Plathelminthes. Turbellaria (Strudelwürmer). Rhabdocoela. (Systematik. Notandropora. Opisthandropora. Lecithophora.) Alloeocoela. Tricladida. Tricladida paludicola. Temnocephala. — Trematoda (Saugwürmer). Monogena. Digena. (Prosostomata. Fischschmarotzer. Amphibien-Schmarotzer. Vogelschmarotzer. Säugetierschmarotzer. Blutparasitierende Saugwürmer.) Gasterostomata. — Cestoidea (Bandwürmer). Cestodaria. Amphilinidea. Eucestoda. Pseudophyllidea. Tetraphyllidea. Cyclophyllidea. Nemertini (Schnurwürmer). Nemathelminthes. Rotifera (Rädertiere). Systematik. Seisonidea. Bdelloidea. Monogononta. Ploima. Melicertacea. Flosculariacea.) — Gastrotricha. — Nematoda (Fadenwürmer). (Trichiuridiformes. Filariiformes. Strongyliformes. Spiruriformes. Ascaridiiformes. Oxyuriformes. Mermithiformes. Anguilluliformes.) — Nematomorpha. — Acanthocephala (Kratzer.) — **Polymera** (Annelida. Gliederwürmer). Polychaeta. — Archiannelida. — Clitellata. — Oligochaeta. (Aeolosomatidae. Chaetogastridae. Naidae. Nais. Dero. Ripistes, Slavina, Ophidonais u. a. Tubificidae. Enchytraeidae. Lumbriculidae, Branchiobdellidae. Haplotaxidae). Hirudinea (Egel). Biologische Bemerkungen (Rhynchobdellae) [Rüsselegel]. Ichthyobdellidae [Fischegel]. Glossiphoniidae = Clepsinidae [Knorpelegel]. Gnathobdellae [Kieferegel]. Hirudinidae. Pharyngobdellae [Schlundegel]. Herpobdellidae.) Acanthobdellae. — **Oligomera** Tentaculata (= Molluscoidea). Bryozoa (Moostierchen). (Phylactolaemata. Plumatellidae. Cristatellidae. Gymnolaemata). — **Arthropoda** (Gliedertiere). — **Crustacea** (Krebse). Entomostraca (niedere Krebse). Phyllopoda (Blattfüßer). (Euphyllopoda. Conchostraca. Notostraca. Anostraca. Cladocera [Wasserflöhe]. Fortpflanzung und Variation.) Ostracoda (Muschelkrebse). Systematik. Copepoda (Hüpferlinge). (Die freilebenden Copepoden. Systematik. Die parasitischen Copepoden.) Branchiura. — Malacostraca (Höhere Krebse). — Syncarida. Anaspidacea. Peracarida. Mysidacea. (Mysis oculata Fabr. var. relicta.) Isopoda. Amphipoda (Flohkrebse.) — Eucarida. Decapoda. (Natantia. Reptantia. Flußkrebs. Krabben.) Arachnida (Spinnentiere). Acarina (Milben). (Trombidiformes. Parasitengona. Hydrachnidae [Wassermilben]. Pleuromerengona. Araneina [Spinnen]. Argyroneta aquatica. Cl. [Wasserspinne].) — **Mollusca** (Weichtiere). Lamellibranchiata (Muscheln). Eulamellibranchiata. (Schizodonta. Unionacea. Unionidae [Teichmuscheln]. Margaritanidae [Flußperlmuscheln]. Mutelidae und Aetheriidae. Heterodonta. Sphaeriacea. Sphaeriidae. Dreissenacea. Gastropoda (Schnecken). Pulmonata (Lungenschnecken). Basommatophora. (Hygrophila. Physidae. Limnaeidae [Sumpfschnecken]. Planorbidae. Fortpflanzung und Eiablage bei den Planorben. Ancylidae. Ancylusfluviatilis [O. F. M.] und Acrolocus lacustris [L.].) — Prosobranchia (Vorderkiemer). Archaeogastropoda. (Neritacea. Neridae.) Mesogastropoda. (Architaenioglossa. Paludinidae [= Viviparidae]. Ampullariidae. Valvatacea. Valvatidae. Rissoacea. Hydrobiidae. Micromelaniidae.) — **Allgemeine Bemerkungen.** (Die Seen. Perennierende Kleinwässer. Temporäre Kleinwässer. Salzseen. Die unterirdische Fauna. Die fließenden Wässer.) — Literaturverzeichnis. — Namenverzeichnis. — Sach- und Abbildungsverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG · WIEN

Für den Textteil verantwortlich: Fritz Süffert in Berlin W 9; für den Anzeigenteil: Albert Meyer in Berlin-Steglitz, Kühlebornweg 5. Pl. 4. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig. — Springer-Verlag in Berlin W 9. — Printed in Germany.